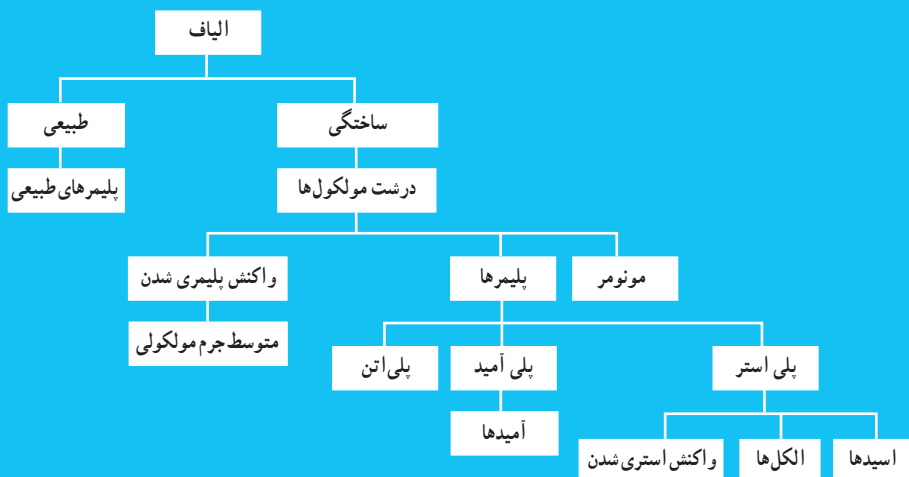


## فصل سوم

### پوشاک، نیازی پایان ناپذیر



## پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

از صفحه ۹۷-۱۰۲

### هدف‌های آموزشی

- ۱ به اهمیت علم شیمی در رفع نیازهای روزمره انسان پی ببرد.
- ۲ با برخی از الیاف‌های طبیعی و ساختگی آشنا شود.
- ۳ با ساختار الیاف و لزوم تولید آن آشنا شود.
- ۴ مفهوم درشت مولکول، مونومر و... را درک کند.
- ۵ تفاوت‌ها و شباهت‌های درشت مولکول‌ها را تشخیص دهد و مقایسه کند.

### روش تدریس پیشنهادی: پرسش و پاسخ، مشارکتی

پیشنهاد می‌شود که با بیان مسئله زیر توجه دانش‌آموزان را جلب و انگیزه آموزشی ایجاد گردد، از دانش‌آموزان بخواهید تا در گروه‌های خود بحث کنند که در صورتی که در یک جزیره دور افتاده‌ای بدون امکانات بودند برای رفع هریک از موارد زیر چه اقدامی انجام می‌دادند.

محافظت سروصورت در برابر تابش نور خورشید محافظت از گزند حشرات، باران و تگرگ و حفظ پاها در برابر صخره و سنگ و ... نظرهای دانش‌آموزان را بشنوید و در صورت نیاز بحث را کامل کنید، سپس از دانش‌آموزان بخواهید تصاویر صفحه ۹۸ و یا تصاویری که از قبل توسط ویدئوپروژکتور آماده کردید مشاهده کنند و به سؤال‌های طرح شده پاسخ دهند.

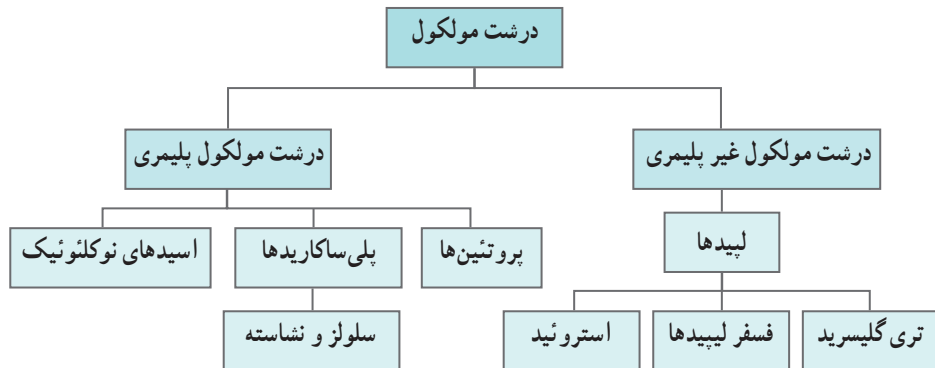
- ۱ در گذشته انسان‌ها نیازهای پوشاک خود را چگونه برطرف می‌ساختند؟
- ۲ اهمیت پوشاک چیست؟ کیفیت پوشاک چه تأثیری بر ارزش‌های حاکم بر فرهنگ یک جامعه دارد؟
- ۳ از چه زمانی و چگونه صنعت نساجی گسترش پیدا کرده است؟ و موفقیت این صنعت به چه عاملی وابسته است؟

۴ نیاز به تولید الیاف ساختگی برای صنعت نساجی تا چه حد دارای اهمیت است؟ و نقش شیمی‌دان‌ها در این زمینه چیست؟

دانش‌آموزان باید به صورت گروهی پاسخ پرسش‌ها را بنویسند و پس از تکمیل، از گروه‌ها بخواهید خلاصه مطالب بحث شده را نماینده هریک، در کلاس ارائه دهند، با نتیجه‌گیری از این بحث‌ها و با مشارکت دانش‌آموزان خود را بیازمایید صفحه ۹۹ را حل کنید تا دانش‌آموزان مفاهیم، نخ، ریسندگی، بافندگی و ... به خوبی درک کنند. و از آنها بخواهید با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره نام و ویژگی‌های

برخی پوشاک اقوام ایرانی اطلاعاتی جمع آوری و جلسه بعدی به کلاس گزارش کنید. سپس بیان کنید که اکنون این پرسش ها مطرح می شوند که الیاف ساختگی چه موادی هستند؟ مولکول های سازنده الیاف چه ویژگی هایی دارند؟

روند نما زیر (شکل ۱) با تکتیر، نمایش یا رسم در وایت برد در اختیار گروه های دانش آموزی قرار دهید و از آنها بخواهید استنباط خود را بیان نمایند.



شکل ۱

پس از شنیدن نظرات دانش آموزان، مفهوم درشت مولکول ها را با معرفی یک درشت مولکول غیر پلیمری و الیاف گیاهی (سلولز) و مقایسه آن با یک مولکول عادی و همچنین با پرداختن به «باهم بیاندیشیم صفحه ۱۰۱» به صورت پرسش و پاسخ تعاملی مباحث مربوط را پیش ببرید. حال به گروه ها، کاربرگ زیر را از قبل تهیه و تکتیر کرده اید، بدهید و از آنها بخواهید به پرسش ها پاسخ دهند.

کاربرگ کلاسی	
نام و نام خانوادگی اعضای :	تاریخ :
موضوع درس :	
<p>۱- الیاف به طور کلی به دو دسته طبیعی و ساختگی (مصنوعی) یا بشر ساخت، تقسیم بندی می شوند با توجه به تصاویر هریک از الیاف زیر را در گروه های طبیعی و ساختگی (مصنوعی) دسته بندی کنید.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>طناب</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>پنبه</p> </div> </div>	

۲- گاهی الیاف طبیعی را به سه گروه گیاهی، حیوانی و معدنی طبقه‌بندی می‌کنند، آیا می‌توانید یک نمونه از هر کدام را نام ببرید.

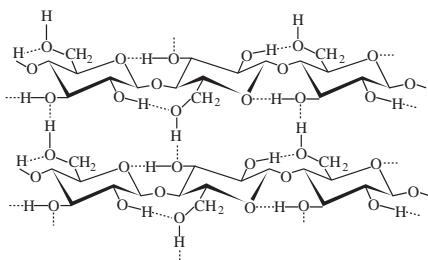
۳- اگر تکه‌ای پارچه از جنس پنبه را بسوزانیم همانند کاغذ پس از شعله‌ور شدن، خاکستر برجا گذاشته و بویی شبیه کاغذ سوخته دارد.



اگر بدانیم مواد اولیه کاغذ سلولز است، با توجه به آزمایش بالا در مورد ساختار شیمیایی پنبه در گروه خود بحث کنید.

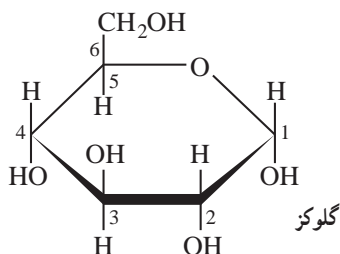
۴- سلولز از نظر شیمیایی جزء چندقندی‌ها (پلی‌ساکاریدها) می‌باشد و فرمول شیمیایی آن به صورت  $(C_6H_{10}O_5)_n$  نوشته می‌شود و ساختار آن به صورت زیر است.

(آ) نیروی بین مولکولی آن از چه نوعی است؟ واحدهای سازنده آن چیست؟  
(ب) به نظر شما علت سخت بودن سلولز که به عنوان دیواره سلولی گیاهان هم کاربرد دارد. چیست؟



۵- اگر سلولز را با آب در محیط اسیدی آبکافت کنیم تولید گلوکز می‌کند،  
(آ) با توجه به دو ساختار خطی و حلقوی آن گروه عاملی الکلی و آلدهیدی را در آن مشخص کنید.

(ب) با توجه به ساختار حلقوی در فرایند اتصال مولکول‌های گلوکز پیوند از طریق کربن‌های ۱ و ۴ صورت می‌پذیرد شکل مولکولی دوقندی حاصل از آن را بنویسید.



## بر دانش خود بیفزایید



شکل ۲

در هر جامعه‌ای نوع و کیفیت لباس زنان و مردان (شکل ۲)، علاوه بر آنکه تابع شرایط اقتصادی و اجتماعی و اقلیمی آن جامعه است، تابع جهان‌بینی و ارزش‌های حاکم بر فرهنگ آن جامعه نیز می‌باشد. امام علی علیه السلام فرمود: لباس تمیز، غم و ناراحتی را برطرف کرده و برای نماز یک نوع پاکیزگی است. (وسائل، ج ۳، ص ۳۴۶) بنابراین یکی از عوامل نشاط و شادابی روانی پوشیدن لباس تمیز است.

هر یک از مناطق مختلف کشور مادارای ویژگی‌های قومی برجسته‌ای می‌باشند (شکل ۳). هر کدام از این مناطق تن‌پوش ویژه‌ای دارند که معرف قومیت، زبان و سایر مشخصات فرهنگی آنان است. همان‌طور که می‌دانید پوشاک در هر منطقه، زمینه بسیار مناسبی جهت تأثیرگذاری فرهنگی است. بنابراین در شکل‌گیری و ترکیب پوشاک محلی هر قومی، عوامل مذهبی، شرایط و عوامل طبیعی، نوع معیشت و فعالیت‌های جنبی و تولید و موقعیت اجتماعی را می‌توان مؤثر دانست.



شکل ۳

شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهند که انسان همواره به دنبال نحوه پوشش و نجات خود از سرما بوده است. مصریان باستان از ۵۵۰۰ سال پیش هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را آموختند و چینی‌ها با پرورش کرم ابریشم در حدود ۳۶۰۰ سال پیش مشکلات پوشش خود را حل کردند. ایرانیان از بیش از ۱۰ هزار سال پیش دارای تمدن بوده‌اند. از این‌رو،

ریشه بسیاری از دستاوردهای بشر را در این تمدن می‌توان یافت. برای مثال، نخستین ابزار ریسندگی و بافندگی در غار کمرند، نزدیک بهشهر، یافت شده است که به ۷ هزار سال پیش از میلاد مسیح بازمی‌گردد. به علاوه، در قدیمی‌ترین بخش‌های شهر باستانی شوش، که در خوزستان قرار دارد، سوزن‌های سوراخ‌دار پیدا شده است. ایرانیان باستان لباس‌های از جنس کتان (پنبه) می‌پوشیدند و جز باز گذاشتن دو دست بقیه اندام‌ها را



شکل ۴

می‌پوشاندند و غیر آن را خلاف ادب می‌دانستند، از این رو سرتاپای مرد و زن ایرانی با سربند و کلاه و جبه و ردا و پاپوش پوشیده می‌شد (شکل ۴) که طبق نوشته‌های کتاب تاریخ تمدن (ویل دورانت) نقش پوشش و حجاب زنان در ایران باستان بسیار برجسته بوده به‌طوری که می‌توان ایران را منشاء اصلی پراکندن حجاب در جهان دانست. تاریخ چند هزار ساله ایران در هیچ کجای خود زنان و مردان را با ظاهری برهنه یا نیمه‌عریان ندیده است مگر آنجا که دستان بیگانگان تلاش نموده این ملت را از تمدن و فرهنگش جدا کند.

این تاریخچه نمایانگر این مطلب است که ایرانیان از قدیمی‌ترین مردمانی بودند که به پوشاک اهمیت داده و بافتن پارچه را آغاز کرده‌اند همچنان که پوشاک در دوره صفوی از مهم‌ترین فراورده‌های صادراتی ایران بود.



شکل ۵

در گذشته مواد طبیعی و حیوانات نیازهای روزانه انسان‌ها را برطرف می‌ساختند (شکل ۵). آنها از پشم و پوست حیوانات و از الیاف گیاهان پوشاک خود را تهیه می‌کردند و از خاکی به رنگ قرمز و زرد به نام اُخرا، برای رنگ کردن و از دندان حیوانات و صدف و... برای تزئین لباس خود استفاده می‌کردند.

با گذشت زمان و افزایش جمعیت و نیاز انسان به پوشاک بیشتر سبب شد زمین‌های زیادی زیر کشت گیاهانی مانند پنبه و کتان پرود از طرفی استفاده از الیاف حیوانی برای تولید پارچه و پوشاک، سبب گسترش دامداری شد، اما با توجه به کمبود زمین‌های مستعد برای کشت پنبه و... و همچنین کمبود مراتع برای دام‌ها، انسان‌ها را وادار به استفاده از الیاف ساختگی که به روش‌های شیمیایی به‌ویژه از مواد نفتی، کرد. زیرا روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود (شکل ۶).



شکل ۶

صنعت نساجی با توجه به نیازهای انسان رشد چشمگیری آغاز کرد و با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی بستگی به شرایط و محل استفاده آن تولید شد، مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و... پوشش‌هایی که هر کدام ایمنی فیزیکی بدن را در شرایط دشوار و خطرناک به‌ویژه هنگام انجام فعالیت‌ها افزایش می‌دهد، بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواعی از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و... محافظت می‌کند، در آینده نزدیک رایانه‌های پوشیدنی روانه بازار خواهد شد که با قطعات کوچک الکترونیکی اطلاعات خاصی از بدن فرد را جهت نظارت بر سلامتی در اختیار کاربر قرار می‌دهند این لباسی‌ها به جی، پی، اس حسگر ژیرسکوپ، قطب‌نما، دماسنج و فشارسنج هوا، میکروفون، بلندگو، کنترل‌کننده تناسب اندام، حسگر فعالیت‌های مغز و... نیز تجهیز خواهند شد (شکل ۷).

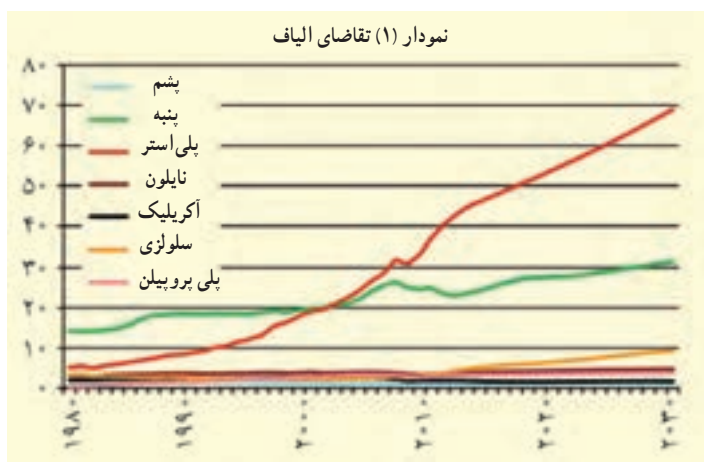


شکل ۷

**الیاف :** الیاف جمع کلمه لیف است. به طور کلی لیف یک رشته نازک با طول مناسب است که دارای قابلیت انحنا و استحکام کافی برای ریسندگی می باشد و به عنوان مواد اولیه برای تهیه انواع نخ ها و پارچه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

الیافی مانند پنبه، پشم و... که منشأ طبیعی دارند و از مواد شیمیایی در تولید آنها استفاده نمی شود الیاف طبیعی می گویند الیاف طبیعی ممکن است منشأ گیاهی (پنبه، کتان و کنف) حیوانی (پشم و مو، ابریشم) یا معدنی (پنبه نسوز) داشته باشد.

**الیاف مصنوعی** مجموعه ای از مولکول های زنجیره ای خطی و طویل (درشت مولکول) است که تا حدود زیادی به موازات یکدیگر در محور طولی لیف قرار دارند و میزان آرایش یافتگی آنها در الیاف مصنوعی قابل کنترل است و به همین خاطر میزان مقاومت و سایر خصوصیات آن را می توان تغییر داد. این محصولات باید از جنسی باشند که میزان جذب رطوبت قابل کنترل بوده و قابلیت شست و شو داشته باشند و همچنین بو نگیرند و مهم تر اینکه بهداشتی و ضد آلرژی باشند، لذا برای تهیه الیاف از منشأ شیمیایی خاصی می توان استفاده کرد، که از آن جمله می توان به پلی استر، پلی آمید، پلی پروپیلن، پلی اتیلن، اکریلیک و... می توان اشاره کرد.



نمودار (۱) تاریخچه تقاضای الیاف را در جهان برحسب میلیون تن نشان می دهد همان طور که ملاحظه می کنید تقاضای پلی استر از پنبه از سال ۲۰۰۲ به میزان قابل توجهی افزایش یافته و همچنان به سرعت خود نسبت به سایر الیاف ادامه می دهد. الیاف طبیعی به علت محدودیت در تولید، کارایی پایین تر، پاسخ گویی نیازهای جدید صنایع نبوده و بنابراین استفاده از الیاف ساختگی نقش غالب به خود گرفتند و در این راستا نقش شیمی در تولید انواع گوناگونی از الیاف بر پایه نفتی برجسته تر شد.

**تولید نخ از الیاف :** در علم نساجی به گردآمدن الیاف در کنار هم نخ می‌گویند، الیاف مواد اولیه نخ هستند که به صورت کوتاه و بلند موجودند، الیاف کوتاه در مراحل ریسندگی تبدیل به نخ می‌شوند تا مقاومت لازم را به دست آورند، مثل : پشم و پنبه. در حالی که الیاف بلند و یکسره، لیفی با طول نامعین است که باید تاییده شود تا نخ با حجم مورد نظر به دست آید مثل : ابریشم.

به طور کلی می‌توان گفت یک نخ از الیاف غیر ممتد و تاب خورده و یا از چندین الیاف ممتد تشکیل شده است، در نتیجه نخ حاصل از الیاف غیر ممتد و ممتد سطح مقطع‌های مختلفی داشته و تعداد الیاف موجود در واحد طول نخ نیز متفاوت خواهند بود. این اختلاف‌ها عوامل مؤثر در درجه بندی نخ‌ها می‌باشد.



شکل ۸

**بافتندگی :** به تئیدن درهم یا به هم پیچیدن الیاف، بافتندگی گفته می‌شود که از طریق دست (شکل ۸) و یا ماشین به سبک‌ها و مدل‌های گوناگون انجام می‌شود، برای مثال : با بافتن نخ پارچه تهیه می‌شود. متأسفانه به خاطر اینکه بافته‌ها در گذر زمان به راحتی از بین می‌روند، تعیین قدمت این هنر برای باستان‌شناسان امری دشوار است. به نظر

می‌رسد که خاستگاه این هنر خاورمیانه بوده و بافتنی پس از جنگ‌های صلیبی به غرب برده شده است. ماشین بافتندگی که در دوران سلطنت ملکه الیزابت اول توسط «ویلیام لی» اختراع شد، مسیر صنعت پوشاک و نساجی را تغییر داد. این اختراع، بافتنی با دست را تبدیل به یک کار غیر حرفه‌ای و فعالیتی تفریحی بدل کرد.



شکل ۹

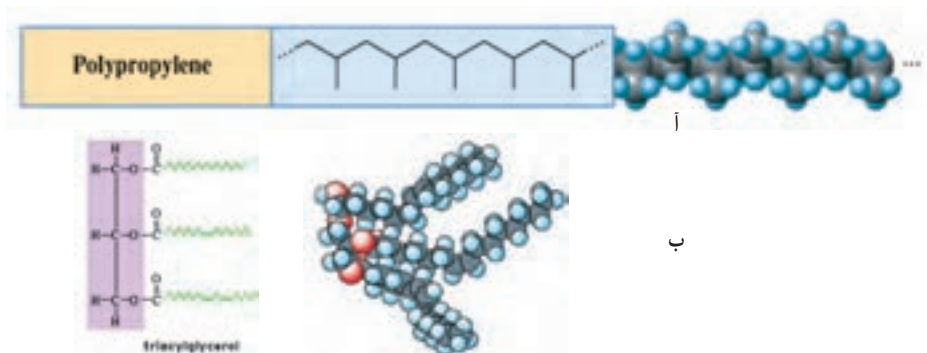
**دوزندگی :** دوزندگی از هنرهای باستانی و پدیده آمده از دوران پارینه‌سنگی است که مردمان عصر حجر در آسیا و اروپا به وسیله سوزن‌هایی از جنس استخوان و نخ‌هایی از اندام‌های بدن حیوانات برای دوختن استفاده می‌کردند. در طی انقلاب صنعتی چرخ خیاطی (شکل ۹) جهت سرعت بخشیدن به دوزندگی اختراع شد و با اختراع آن تغییرات بسیار زیادی در صنعت دوخت و تهیه لباس صورت گرفت.

### درشت مولکول‌ها (macromolecules)

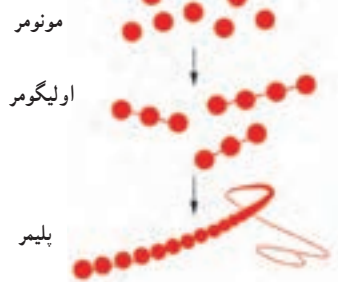
مولکول‌هایی که از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده‌اند و دارای جرم مولکولی بسیار بزرگی هستند، درشت مولکول می‌گویند، جرم یک مول از درشت مولکول بیش از ۱۰۰۰ گرم است.

پلیمرها دسته‌ای از درشت مولکول‌ها هستند که از واحدهای تکراری (مونومرها) تشکیل شده‌اند. مثل سلولز، پلی اتن و... شکل ۱۰ (آ) در حالی که در درشت مولکول‌های غیر پلیمری واحدهای تکرار شونده وجود ندارد، مثل تری گلیسیریدها، هموگلوبین و... شکل ۱۰ (ب).



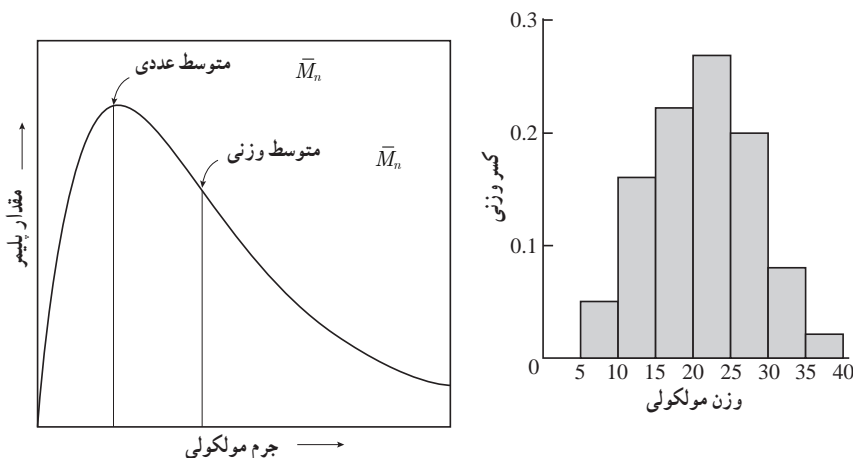


شکل ۱۰



شکل ۱۱

برای اینکه نام پلیمر به یک ماده اطلاق شود باید بیش از ۱۰۰ واحد مونومر داشته باشد در غیر این صورت به آن الیگومر یا پیش پلیمر می گویند، در درشت مولکول های غیر پلیمری جرم مولی مولکول ها یکسان است ولی مولکول های یک پلیمر جرم مولی گوناگونی دارند، زیرا اندازه مولکول های پلیمر یکسان نیست، به همین خاطر تعداد مولکول های یک پلیمر را به صورت  $n$  نمایش می دهند که  $n$  تعداد مونومرهای یک مولکول را نشان می دهد، شکل ۱۱ حقیقت این است که هرگز نمی توان پلیمری یافت که تمام زنجیرها تعداد ( $n$ ) مونومر برابری داشته باشند، برخی از زنجیرها پلیمری بسیار بزرگ، برخی کوچک و تعدادی متوسط اند، معمولاً یک پراکندگی به صورت نمودار زنگوله ای دارند. (نمودار ۲)



نمودار ۲

بنابراین وقتی دربارهٔ پلیمرها صحبت می‌کنیم ناچار به بیان متوسط جرم مولکولی هستیم که به روش‌های گوناگون قابل محاسبه است.

### وزن مولکولی متوسط عددی $M_n$

وزن مولکولی متوسط عددی، عبارت است از مجموع وزن کل مولکول‌های پلیمر موجود در یک نمونه، تقسیم بر تعداد کل مولکول‌های پلیمر نمونه که از رابطه زیر محاسبه می‌شود. که در آن ...

$$\bar{M}_n = \text{وزن مولکولی متوسط عددی}$$

$$X_i = \text{کسر عددی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_n = \sum X_i M_i$$

### وزن مولکولی متوسط وزنی $M_w$

متوسط وزنی، بر این مفهوم استوار است که یک مولکول بزرگتر نسبت به یک مولکول کوچک‌تر، سهم بیشتری در جرم کل نمونه پلیمری دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید. که در آن ...

$$\bar{M}_w = \text{وزن مولکولی متوسط وزنی}$$

$$w_i = \text{کسر وزنی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_w = \sum w_i M_i$$

برای درک بهتر فرض کنید وزن ده نفر از دانش‌آموزان یک کلاس مطابق جدول زیر است، می‌خواهیم میانگین وزنی دانش‌آموزان این کلاس را در دو حالت زیر حساب کنیم.

آ) براساس متوسط عددی

ب) براساس متوسط وزنی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	دانش‌آموز
۹۶	۶۵	۶۳	۶۱	۵۸	۵۷	۵۴	۵۱	۵۰	۴۶	وزن (kg)

جدول ۱

ابتدا به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم

محدوده وزنی (kg)	تعداد دانش‌آموز $N_i$	متوسط $M_i$	حاصل ضرب $N_i \times M_i$	کسر عددی $X_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$	کسر وزنی $W_i = \frac{N_i M_i}{\sum N_i M_i}$
۵۰-۴۱	۲	۴۸	۹۶	۰/۲	۰/۱۶۰
۶۰-۵۱	۴	۵۵	۲۲۰	۰/۴	۰/۳۶۶

جدول ۲

۰/۳۱۴	۰/۳	۱۸۹	۶۳	۳	۷۰-۶۱
-	-	-	-	۰	۸۰-۷۱
-	-	-	-	۰	۹۰-۸۱
۰/۱۶۰	۰/۱	۹۶	۹۶	۱	۱۰۰-۹۱
		۶۰۱		۱۰	جمع

برحسب متوسط عددی خواهیم داشت.

$$\overline{M}_n = \sum X_i M_i = 0/2 \times 48 + 0/4 \times 55 + 0/3 \times 63 + 0/1 \times 96 = 60/1$$

برحسب متوسط وزنی خواهیم داشت

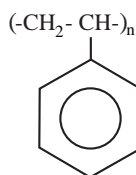
$$\overline{M}_w = \sum W_i M_i = 0/16 \times 48 + 0/366 \times 55 + 0/314 \times 63 + 0/16 \times 96 = 62/95$$

درجه پلیمری شدن : تعداد مونومرها یا اندازه طول ملکول پلیمر را مشخص می‌کند. و از روی وزن مولکولی قابل توصیف است. بنابراین به دو صورت می‌توان بیان کرد.

$$n_n = \frac{\overline{M}_n}{m} \quad \text{۱- درجه پلیمری شدن عددی}$$

$$n_w = \frac{\overline{M}_w}{m} \quad \text{۲- درجه پلیمری شدن وزنی}$$

که در آن  $\overline{m}$  وزن مولکولی یک مونومر است. و  $n_n$  و  $n_w$  به ترتیب درجه پلیمری شدن عددی و وزنی است. مثلاً: اگر پلی استایرن (شکل ۱۲) با درجه پلیمری شدن بالاتر از ۱۰۰۰ باشد که در این حالت جامد است یعنی افزایش طول زنجیره کربنی خواص ماده را تحت تأثیر قرار می‌دهد در حالی که با درجه پلیمری ۱۰ نرم است، هرچه درجه پلیمری شدن بالاتر باشد گرانروی افزایش می‌یابد.



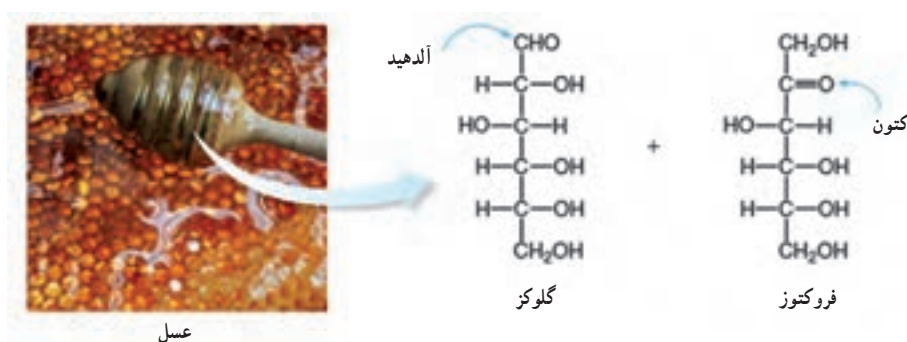
شکل ۱۲

**پلیمرهای طبیعی:** همان‌طور که می‌دانید بیشتر مواد مصنوعی مفید پلیمر هستند، بنابراین نباید تعجب‌آور باشد که بگوییم بیشتر مواد مهم و اساسی طبیعی نیز پلیمر هستند همچون نشاسته، مو، چوب، کتین، سیلیکات‌ها (رشته‌هایی از خاک)، ابریشم، پنبه، لاستیک خام (کائوچو) و رزین‌ها که در موجودات زنده یافت می‌شود (شکل ۱۳) و از پلیمرهای طبیعی هستند.



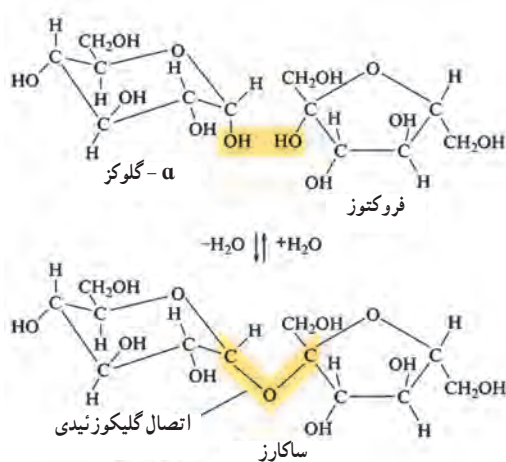
شکل ۱۳

کربوهیدرات‌ها با فرمول تجربی  $\text{CH}_2\text{O}$  مولکول‌های مهم زیست شناختی را تشکیل می‌دهند. آنها به عنوان یک منبع غذایی برای اکثر موجودات و به عنوان یک ماده ساختاری برای گیاهان عمل می‌کنند، مهم‌ترین کربوهیدرات‌ها، مانند نشاسته و سلولز به صورت پلیمر هستند که از مونومرهای مونوساکارید یا مشتقات ساده تشکیل شده است. مونوساکاریدها از پلی هیدروکسی کتون و آلدئیدها هستند که حاوی پنج اتم کربن (پنتوزها) یا شش اتم کربن (هگزوز) می‌باشند، دو هگزوز اصلی سازنده شکر موجود در عسل فروکتوز قند کتونی و گلوکز قند آلدیدی به صورت ساختارهای (شکل ۱۴) هستند.



شکل ۱۴- مونوساکاریدهای متداول

کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر با ترکیب مونوساکاریدها شکل می‌گیرند. برای مثال: ساکارز، شکر قهوه معمولی، یک دی ساکارید disaccharide است که از گلوکز و فروکتوز با حذف آب و ایجاد پیوند  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  بین حلقه، تشکیل شده است که به پیوند گلیکوزید معروف است (شکل ۱۵).



هنگامی که ساکارز در غذا مصرف می شود، واکنش بالا معکوس می شود یک آنزیم در بزاق تجزیه آن را تسهیل می کند.

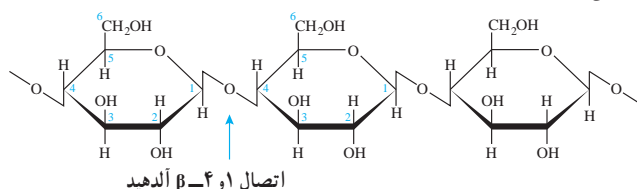
پلیمرهای بزرگ تر متشکل از تعداد زیادی از واحدهای مونوساکارید، به نام پلی ساکارید هستند و هنگامی که هر حلقه دو پیوند گلیکوزید ایجاد می کند، شکل می گیرند، سه تا از مشهورترین این پلیمرها نشاسته، سلولز و گلیکوژن است که همه این مواد از گلوکز ساخته شده اند و تفاوت آنها در نحوه اتصال گلیکوزیدی، وجود شاخه و جرم مولکولی می باشد.

الیاف پنبه از سلولز است (شکل ۱۶). مولکول های سلولز از پلیمرهای خطی که حاوی گلوکز می باشند تشکیل شده اند. وزن مولکولی نمونه ای از سلولز به  $400000 \text{ g/mol}$  می رسد و این نشان دهنده این است که هر مولکول سلولز حدود  $2200$  واحد گلوکز را شامل می شود، پلیمرهای خطی تا  $5000$  واحد گلوکز را می توانند دارا باشند.



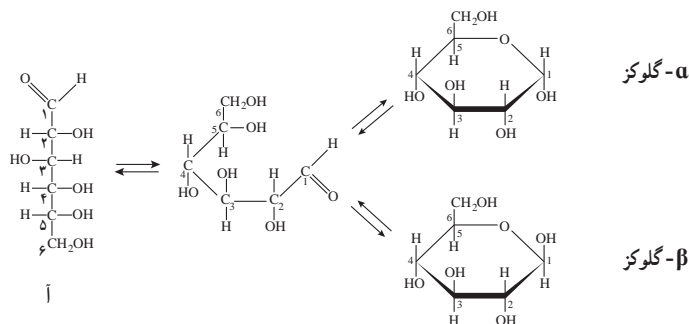
شکل ۱۶

پلیمرهای خطی سلولز از مولکول‌های  $\beta$ -گلوکز تشکیل شده است که به هنگام اتصال بین دو مولکول  $\beta$ -گلوکز از OH متصل به کربن ۴ یک مولکول و OH کربن شماره ۱ مولکول بعدی یک مولکول آب جدا می‌شود و پل اکسیژنی برقرار می‌گردد (شکل ۱۷).

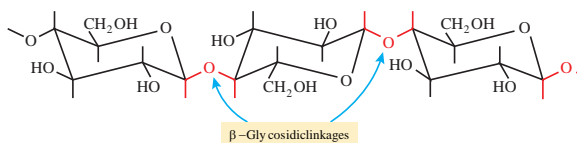


شکل ۱۷

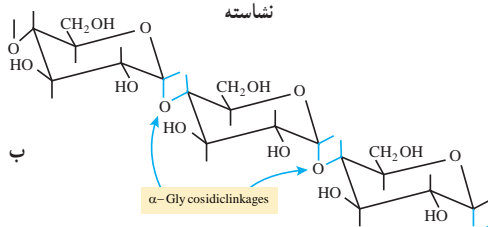
در اثر حلقوی شدن قندها از محل کربن آلدیدی یا کتونی، این کربن نامتقارن می‌شود که به آن کربن آنومری می‌گویند، در نتیجه اگر OH کربن آنومر نسبت به گروه جانبی ( $\text{CH}_2\text{OH}$ ) در یک سو قرار بگیرند ایزومری بتا و اگر مخالف جهت هم باشند ایزومری آلفا نامیده می‌شود شکل ۱۸ (آ). بنابراین ایزومری  $\alpha$  و  $\beta$  مربوط به کربن اول در آلدوزها و کربن دوم کتوزها در شکل حلقوی می‌باشد.



سلولز



نشاسته



شکل ۱۸

همان طور که در شکل ۱۸ (ب) ملاحظه می کنید تفاوت نشاسته و سلولز تنها در نحوه اتصال مونومرها و ساختمان فضای آنهاست. ساختار فضایی سلولز موجب قرار گرفتن پلیمرها کنار هم و همچنین عامل پیوندهای هیدروژنی باعث سختی و استحکام سلولز می شود که در چوب و فیبر موجوداند، بدن انسان آنزیم



شکل ۱۹

هضم سلولز را ندارد به همین خاطر وقتی ما از مواد حامل فیبر استفاده کنیم مستقیماً دفع خواهند شد. مولکول های نشاسته شکل ۱۹ حالت ماریچی دارد و به دو شکل یافت می شود:

۱- آمیلوز : رشته ماریچی آمیلوز بدون شاخه و انشعاب است.

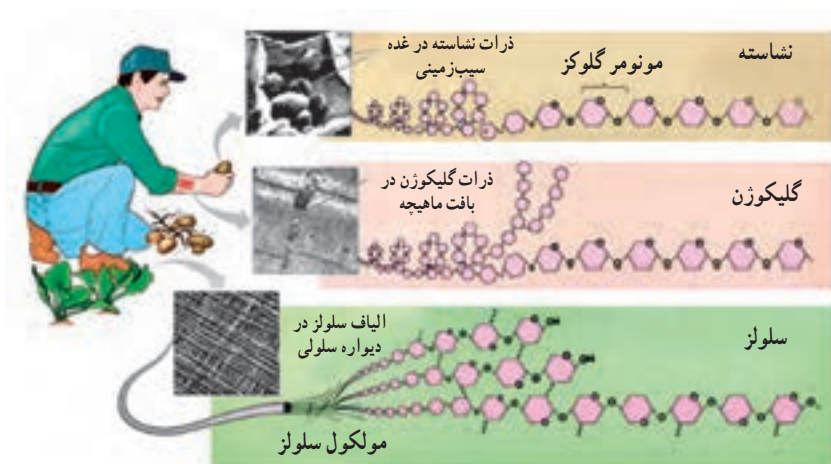
۲- آمیلوپکتین : که دارای انشعاب است.



شکل ۲۰

ساختمان گلیکوزن شکل ۲۰ حاوی  $\alpha$  گلیکوزیدهاست، شباهت زیادی به آمیلوپکتین داشته اما شعاع بسیار وسیع تری دارد و هر دو نقش ذخیره گلوکز را انجام می دهد.

در شکل ۲۱ ساختار و منبع این سه پلیمر را مشاهده می کنید.



شکل ۲۱

## پلیمری شدن (بسیارش)

از صفحه ۱۰۲-۱۰۵

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با فرایند پلیمری شدن (بسیارش) آشنا شود.
- ۲ ویژگی و عوامل مؤثر بر فرایند پلیمری شدن را درک کند.
- ۳ واحدهای سازنده پلیمرها را تشخیص دهد.
- ۴ به اهمیت پلیمرها و کاربرد آنها در زندگی پی ببرد.

## روش تدریس پیشنهادی

جهت آموزش واکنش پلیمری شدن روش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱ با آوردن برخی وسایل کمک آموزشی مثل مدل مولکولی، گیره کاغذ، زنجیر با حلقه‌های رنگی و یا طناب‌هایی با رنگ‌های مختلف و... برای فهم نحوه تشکیل پلیمر و فرایند پلیمری شدن و ایجاد گره‌هایی در طول طناب به عنوان پیوند بین مونومرها را می‌شود معرفی کرد.
- مثال: چند عدد گیره کاغذ را به دانش‌آموزان نشان دهید و از آنها یک زنجیر بسازید (شکل ۲۲). از دانش‌آموزان بخواهید با توجه به این نمایش مفهوم مونومر و پلیمر را در این مورد بیان کنند و با دوستان خود در گروه به بحث بگذارند.



مونومر


پلیمر

شکل ۲۲

تعدادی از گیره‌ها را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید و از آنها بخواهید در زمان مشخص زنجیری بسازند، حال زنجیرهای ساخته شده را با هم مقایسه کنید و درباره رابطه بین مونومر و زنجیر ساخته شده، جرم پلیمر و تعداد مونومر به کار رفته از دانش‌آموزان سؤال کنید (تعداد گیره‌ها و طول زنجیر ساخته شده توسط دانش‌آموزان متفاوت خواهد بود) و پس از ارائه پاسخ‌ها توسط دانش‌آموزان مفهوم جرم مولی متوسط را بیان کرده و مطلب را کامل کنید.



سپس با حل خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴ مفاهیم را تثبیت کنید، حال به گروه‌ها کاربرگ زیر را که از قبل تهیه و تکثیر کرده‌اید بدهید و از آنها بخواهید در گروه‌های خود به پرسش‌ها پاسخ دهند.

تاریخ:	کاربرگ کلاسی نام و نام خانوادگی اعضای: موضوع درس:
<p>۱- با توجه به اینکه می‌دانید استیلن (اتین) یک ترکیب سیر نشده است، واکنش زیر را به صورت نمادی بنویسید.</p> <p>PVC → وینیل کلرید → اتین</p> <p>۲- برخی از پلیمرهای سازنده یک بطری آب معدنی را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.</p> <p>الف) ساختار مونومر هر یک از پلیمرها را بنویسید.</p> <p>ب) کدام یک از پلیمرها سازنده اصلی بدنه بطری است؟</p>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left( \begin{array}{cc} \text{H} &amp; \text{Cl} \\   &amp;   \\ -\text{C} &amp; - &amp; \text{C}- \\   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} \end{array} \right)_n</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left[ \text{O}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n</math> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left( \begin{array}{cc} \text{F} &amp; \text{F} \\   &amp;   \\ -\text{C} &amp; - &amp; \text{C}- \\   &amp;   \\ \text{F} &amp; \text{F} \end{array} \right)_n</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left[ \text{H}-\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}- \right]_n</math> </div> </div>

و سپس با بحث در رابطه با آنها در صورت لزوم پاسخ‌ها را تأیید یا اصلاح نمایید و در ادامه با بیان این سؤال که به نظر شما شانس و اتفاق تا چه اندازه در پیشبرد علم سهم دارند؟ به پیوند با زندگی بیردازد و محتوا را جمع‌بندی نمایید.

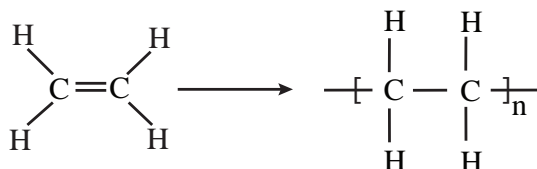
۲- با اجرای روش ایفای نقش و با کمک دانش‌آموزان به عنوان مونومر مفهوم پلیمر را توضیح دهید، سپس با پرسش و پاسخ تدریس را ادامه دهید.

## بر دانش خود بیفزایید

پلیمری شدن (بسیارش): پلیمری شدن واکنشی است که طی آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند. به مولکول‌های کوچک اولیه مونومر می‌گویند. مونومرها، از راه‌های مختلف به هم متصل می‌شوند.

### روش‌های پلیمری شدن

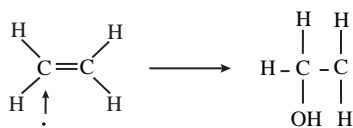
پلیمری شدن افزایشی: در پلیمری شدن افزایشی مونومرهای به هم افزوده شده و تمام بخش‌های یک مونومر، قسمتی از یک پلیمر را تشکیل می‌دهد؛ برای مثال در پلیمری شدن اتن شکل ۲۳، مولکول اتن با همه اتم‌هایش به ساختار پلیمر اضافه شده و جزئی از پلیمر را تشکیل می‌دهد. به واکنش زیر توجه نمایید.



شکل ۲۳

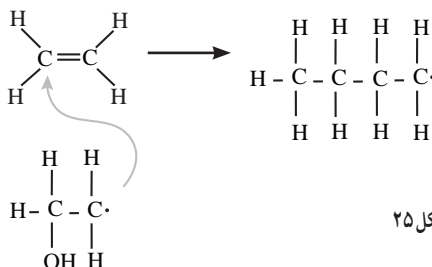
اتیلن دو کربن و چهار هیدروژن دارد، واحد تکراری پلی اتیلن نیز دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن دارد. نه چیزی داده و نه چیزی گرفته.

آغازگر واکنش پلیمری شدن یک رادیکال آزاد است (یک گونه با یک الکترون تنها) مانند هیدروکسیل، رادیکال هیدروکسیل پیوند پای را باز کرده و یک رادیکال جدید ایجاد می‌کند (شکل ۲۴).



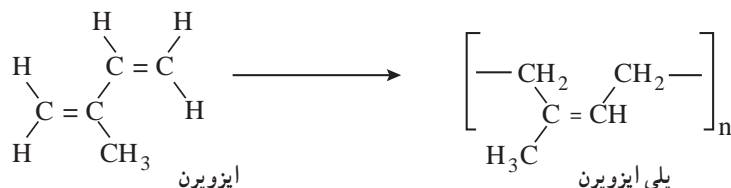
شکل ۲۴

این روند هزاران بار تکرار می‌شود تا یک زنجیره بلند پلیمری ایجاد شود، زمانی واکنش به پایان می‌رسد که دو رادیکال بدون تولید رادیکال دیگر باهم واکنش دهند (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

لاستیک طبیعی شکل ۲۷ که از شیوه درختان صمغی بیرون می‌جکد را می‌توان از واکنش پلیمری شدن افزایشی ایزوپرن به دست می‌آید. (شکل ۲۶)



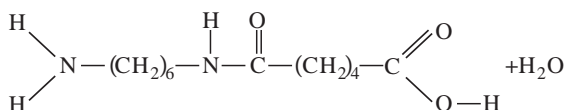
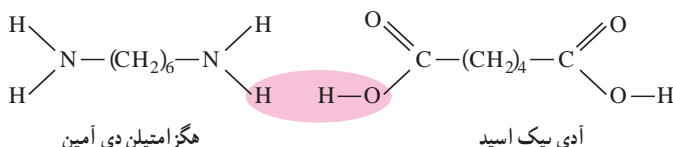
شکل ۲۶



شکل ۲۷

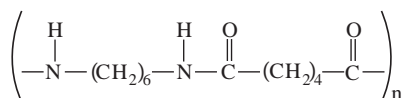
این پلیمر چون از هیدورکربن تشکیل شده خاصیت ضد آب دارد هر مولکول آن به طور میانگین ۵۰۰۰ واحد ایزوپرنی دارد. پلیمری شدن تراکمی: پلیمری شدن تراکمی، نوعی واکنش پلیمری شدن است که وقتی مونومر به هم متصل می‌شود، قسمتی از مونومر جدا می‌شود. معمولاً این قسمت جدا شده، یک مولکول کوچک مثل آب یا گاز HCl است. آشناترین تراکم تولید نایلون است، نایلون یک هم‌بسیار (copolymer) است چون دو

نوع مختلف از مونومرها برای تشکیل زنجیره ترکیب می‌شوند بسیاری که فقط از یک نوع مونومر تشکیل شده‌اند، جوربسیار (Homopolymer) گاهی لفظ ترپلیمر (Terpolymer) نیز برای محصولات حاصل از بسیاری سه تک‌پار (مونومر) به کار می‌رود. در عین حال، در مورد محصولاتی که با بیش از سه تک‌پار بسیاری شده‌اند، لفظ ناجور بسیار (Heteropolymer) رایج است. یکی از رایج‌ترین شکل‌های نایلون وقتی ایجاد می‌شود که هگزامتیلن دی‌آمین و آدی پیک اسید با هم واکنش داده و با تشکیل پیوند C-N یک مولکول آب خارج می‌شود (شکل ۲۸).



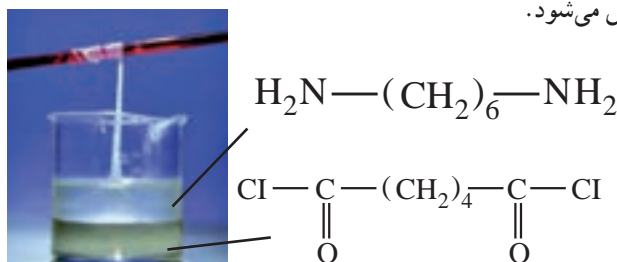
شکل ۲۸

مولکول تشکیل شده را دایمر (دو مونومر پیوسته) می نامند، ولی از آنجایی که یک گروه آمین در یک انتها و گروه کربوکسیل در یک انتهای دیگر دارد بنابراین هر دو انتها آزاد هستند که با مونومرهای دیگر واکنش دهند، تکرار این واکنش منجر به تولید زنجیره بلندتر می شود (شکل ۲۹).



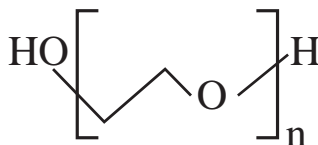
شکل ۲۹

این ساختار اصلی نایلون است که با تغییر تعداد کربن های آمین و اسید، نایلون با خواص متفاوت سنتز می شود. یک واکنش جالب و نمایشی، تهیه نایلون از دو مایع امتزاج ناپذیر در یک بشر است (مطابق شکل ۳۰)، لایه پایینی شامل آدی پویل کلراید محلول در  $\text{CCl}_4$  است و لایه بالایی شامل هگزا متیلن دی آمین محلول در آب است که طی واکنش اتم های کلر آدی پویل کلراید با یک اتم هیدروژن آمین، به صورت گاز  $\text{HCl}$  جدا شده و پیوند  $\text{C}-\text{N}$  تشکیل می شود.



شکل ۳۰

در پلیمر شدن تراکمی محصول جانبی ایجاد می شود در حالی که در پلیمر شدن افزایشی این طور نیست. پلی اتیلن گلیکول (PEG): پلی اتیلن گلیکول از مونومرهای اتیلن گلیکول (اتان ۱ و ۲-دی ال)، ماده اصلی ضد یخ، ساخته شده است. فرمول مولکولی پلی اتیلن گلیکول  $\text{H}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$  است، که  $n$  نشان دهنده تعداد واحدهای اتیلن گلیکول موجود در پلیمر است.



شکل ۳۱

هنگامی که اتیلن گلیکول پلیمریزه می شود، محصولات متنوعی را که حاوی مقادیر مختلف اتیلن گلیکول هستند تولید می کند. این محصولات همگی PEG نامیده می شوند و دارای بسیاری از کاربردهای صنعتی، غذایی و دارویی هستند (شکل ۳۱).

## انواع پلی اتیلن گلیکول

وزن مولکولی PEG ها یا تعداد واحدهای اتیلن گلیکول در هر پلیمر PEG، از ۳۰۰ گرم به ازای هر مول تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول متفاوت است. وزن مولکولی به نوبه خود ویژگی‌های هر نوع از PEG را تعیین می‌کند. PEG های با وزن مولکولی کم، حاوی دو تا چهار واحد اتیلن گلیکول در هر پلیمر مثل آب روان هستند. پلی اتیلن گلیکول ها حاوی ۷۰۰ واحد اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری مایعی غلیظ هستند. با داشتن ۱۰۰۰ واحد یا بیشتر اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری جامد مومی می‌باشند.

این پلیمرها غیر سمی، بی بو، بی رنگ و غیر اشتباع هستند و به راحتی تبخیر نمی شوند. PEG ها با مواد دیگر واکنش نشان نمی دهند و بی اثر در نظر گرفته می شود، PEG در بسیاری از حلال های آلی محلول هستند. تمام PEG ها به راحتی در آب حل می شوند و رنگ، بو و طعم آب را تغییر نمی دهند.

کاربرد پلی اتیلن گلیکول در پزشکی : خصوصیات خاص پلی اتیلن گلیکول ها، آنها را مواد عالی مناسب برای استفاده در مواد اولیه صنایع دارویی می کند. PEG ها به عنوان روان کننده ها مورد استفاده قرار می گیرند و در انواع محصولات دارویی به عنوان حلال ها، پماد ها، مایع های تحویل دارو، پرکننده های قرص ها به عنوان پایگاه های شفاف، در چشم پزشکی و به عنوان درمان برای یبوست استفاده می شود. PEG ها در محصولات دامپزشکی نیز استفاده می شود.

## انواع یلیمرها

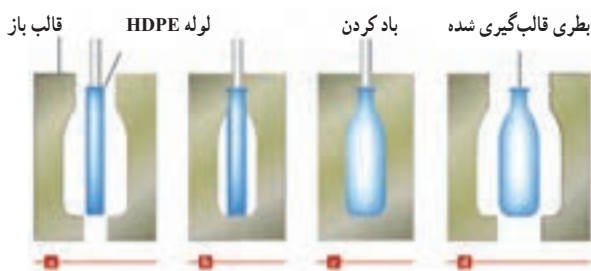
پلیمرها را به روش‌های مختلفی دسته‌بندی می‌کنند همان‌طور که در شکل ۳۲ ملاحظه کردید براساس منشأ تولید می‌توان به پلیمرهای طبیعی و ساختگی دسته‌بندی کرد، سالانه در حدود صدها میلیارد کیلوگرم پلیمر در شرکت‌های پتروشیمی در سراسر دنیا تولید می‌شود، تاکنون حدود ۶۰۰۰۰ نوع پلیمر ساختگی تولید شده است که در صنایع مختلفی به کار گرفته می‌شوند.

پلیمرها را براساس شکل پذیری آنها می توان به طور کلی، به سه گروه اصلی گرم نرم ها یا ترموپلاستیک ها، گرما سخت ها یا ترموست ها و الاستومرها دسته بندی کرد. گروه ترموپلاستیک ها با افزایش دما نرم شده و ذوب و روان می شوند که با خنک شدن به سختی اولیه برمی گردند،

با این قابلیت شکل‌های جدید از آنها را می‌توان تهیه و قالب‌گیری کرد زیرا در حالت ذوب مولکول‌ها به آسانی به یکدیگر متصل می‌شوند. مثل: پلی‌اتن، پی‌وی سی. و... (شکل ۳۳).



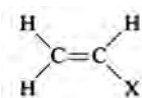
شکل ۳۲



شکل ۳۳

گروه گرما سخت (ترموستها) در اثر گرما سخت می‌شوند، این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار با یک واکنش شیمیایی به یک شکل دائمی و محکم‌تری تبدیل می‌شوند زیرا در اثر اعمال حرارت در آنها پیوندهای عرضی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یکپارچه صلب درمی‌آیند. مثل پلی فنل فرمالدئید (باکلیت : دسته قابل‌لمه) رزین اپوکسی، پلی اورتان و... این پلیمرها را تنها هنگامی که برای اولین بار تهیه می‌شوند، می‌توان قالب‌گیری کرد، زیرا پس از سرد شدن سخت شده و با گرم کردن هم به حالت قبل بر نمی‌گردند.

دسته سوم الاستومرها هستند که نظیر رابرها می‌توانند بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت کنند و در دمای اتاق حالت کشسان و جهشی دارند. مثل : ایزوپرن، کائوچو و... پلیمرهای اتنی یا پلی اولفین‌ها : همه این ترموپلاستیک‌ها به‌طور مشترک دارای مونومر اتنی ( $\text{HXC}=\text{CH}_2$ ) هستند که به پلیمرهای وینیلی نیز معروف‌اند.



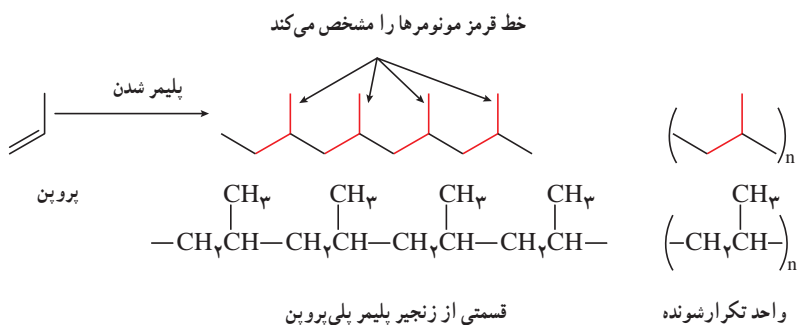
با تغییر X محصولات متنوعی از آن تولید می‌شود. در جدول ۳ زیر برخی از پلیمرهای وینیلی را مشاهده می‌کنید.

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی‌تن	$[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$	اتن	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
پلی پروپن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	پروپن	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$
پلی اکریلونیتریل	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	اکریلونیتریل	$\text{CH}_2=\text{CHCN}$

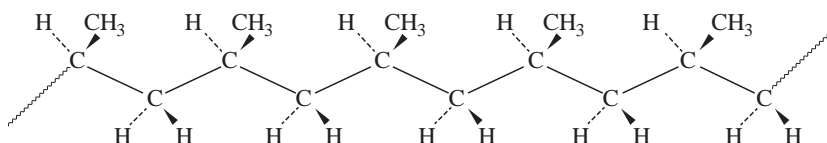
جدول ۳

$\text{CH}_2 = \text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	متیل متا اکریلات	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C} - \\   \\ \text{COOCH}_3 \end{array} \right]_n$	پلی (متیل متا اکریلات)
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{OCCH}_3 \\    \\ \text{O} \end{array}$	وینیل استات	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{OCCH}_3 \\    \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل استات
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	وینیل کلرید	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل کلرید
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	استایرن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	پلی استایرن
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	تترا فلور اتن	$[-\text{CF}_2\text{CF}_2-]_n$	پلی تترافلور اتن

پلیمر شدن مونومرهای پروپن به صورت زیر است

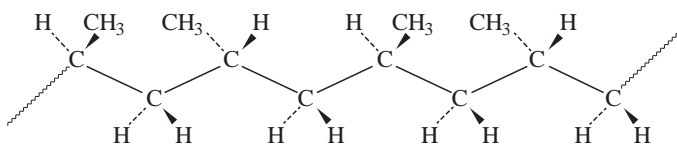


ترتیب و نحوه آرایش مونومرها اثر قابل توجهی بر خواص پلیمرها دارند، گروه‌های متیل در پلیمر می‌توانند در یک طرف زنجیر به صورت زیر آرایش یابند که به آن (ایزوتاکتیک) (شکل ۳۴) می‌گویند.



شکل ۳۴

و می‌توانند به‌طور متناوب در طرفین زنجیر آرایش یابند که به آن (سندو تاکتیک) (شکل ۳۵) می‌گویند.



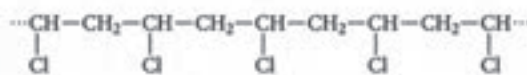
شکل ۳۵

و یا می‌توانند به‌صورت نامنظم شکل بگیرند که به آن (اتکتیک) می‌گویند. با توجه به اینکه زنجیرهای ایزوتاکتیک پلی پروپن بهتر می‌توانند به هم نزدیک شوند. بیشتر بلوری هستند و در نتیجه پلی پروپن قوی‌تر و سخت‌تر از پلی اتن است و این عامل عمده استفاده از پلی پروپن برای قطعات قالب‌گیری و بسته‌بندی است و برای لباس‌های ورزشی هم مفید است چون مثل پنبه آب را جذب نمی‌کند و رطوبت در سطح آن مانده و تبخیر می‌شود.

پلیمر شدن مونومرهای وینیل کلرید به‌صورت زیر است



پلی وینیل کلرید



شکل ۳۶

اگر همه هیدروژن‌های اتن با اتم F جایگزین شود مونومر پلی تترافلورو اتن (PTFE) به‌دست می‌آید که تحت نام تجاری تفلون شناخته شده است.


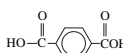


پلی تترافلورواتن (PTFE) : این پلیمر (شکل ۳۷) در سال ۱۹۳۸ به طور تصادفی توسط plunkett کشف شد. وی در حالی که در حال تلاش برای ساختن و تولید یک خنک کننده CFC بود، این پلیمر در دستگاه فشار گاز آزمایشگاه پلانکت پلیمرسازی شد (در این واکنش آهن جداره ظرف به عنوان کاتالیزور عمل کرد). در سال ۱۹۴۱ این پلیمر ثبت شد و سه سال بعد با نام تجاری تفلون ثبت گردید. پلی تترا فلوئورواتن به دلیل خواص ویژه‌ای از جمله دمای کاری گسترده، خاصیت خودروانکاری و مقاومت شیمیایی خیلی خوب کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. تفلون نام‌های دیگری نیز از جمله آلوگوفلون (Algoflon)، اریفلون (Eriflon)، فلوئن (Fluen)، هالون (Halon)، هاستافلون (Hostaflon) دارد. تفلون در هیچ حلالی حل نمی‌شود و دمای ذوب آن در حدود ۳۳۵ درجه سانتی‌گراد است. از طرف دیگر تفلون خواص خود را در دماهای بسیار پایین نیز حفظ می‌نماید؛ از این رو در صنایع مهمی از جمله هوافضا و صنایعی که نیاز به کار در دمای پایین دارند مانند آب‌بندی مخازن نیتروژن مایع در دمای ۱۹۶- درجه و هیدروژن مایع ۲۵۳- درجه کاربردهای فراوانی دارد. یکی از علل مورد توجه قرار گرفتن تفلون اصطکاک پایین آن است. PTFE مقاومت بسیار خوبی در برابر اشعه UV دارد و به مرور زمان خواص خود را از دست نمی‌دهد. تفلون نسبت به رطوبت هوا حساسیتی ندارد و دارای مقاومت الکتریکی بالایی است. حتی در دماهای کم تفلون دارای خواص ضربه‌پذیری خوبی است و مقاومت خوبی در برابر ضربه دارد. یکی از مشکلات عمده این پلیمر خستگی ناشی از سیکل‌های حرارتی به واسطه تکرار انبساط و انقباض در یک دوره زمانی در دماهای بالاتر از مرز بیان شده است. با توجه به تخلخل آنها، یکی از دلایل زوال فلوروکربن‌ها جذب مواد شیمیایی و به دنبال آن واکنش با اجزای دیگر در ترموپلاستیک است (شکل ۳۸). هنگامی که این پدیده اتفاق می‌افتد، منجر به دفرمه شدن سطح، نظیر حبایی شدن می‌شود. این مواد دارای محدوده دمایی معینی هستند و از افزایش دما باید اجتناب شود زیرا گاز حاصل از سوختن تفلون در دمای بالاتر از ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد بسیار سمی و خطرناک می‌باشد.

ساختار پلی تترافلوئورواتن



جدول ۴- ویژگی برخی از پلیمرها

پلیمر	ساختار مونومر	خواص	کاربرد	کد شناسایی جهت بازیافت	کاربردهای پلیمر بازیافتی
LDPE پلی اتن سبک	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	نرم، انعطاف پذیر، مستحکم، مقاوم در برابر اسید و باز	اسباب بازی، عایق سازی، سیم، کیسه پلاستیکی، کیسه زباله		کیسه زباله، بسته بندی، کاشت گیاهان
HDPE پلی اتن سنگین	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	سفت و سخت؛ محکم، انعطاف پذیری کم	بطری های کدر شیر، سس، شامپو، کیسه فریزر		لوله آب کشاورزی، سطل زباله، مبل
PVC پلی وینیل کلرید	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	براق و صاف، مقاوم در برابر اسید، روغن و اغلب مواد شیمیایی	لوله کشی، پرده حمام، چکمه ها ضد آب		بطری شوینده، تهیه لوله
PP پلی پروپیلن	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	نقطه ذوب بالا، کدر (مات)، مقاوم در برابر روغن، بسیار محکم	ظروف بسته بندی، ماست، خامه، کیسه چپیس، نی، مبلمان، فرش		سطل زباله، کارخانه پرورش کرم
PS پلی استایرن	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	تأحدی شکننده، محلول در حلال های آلی	جعبه CD، ظروف یکبار مصرف بسته بندی		جعبه سی دی، گیره لباس
PET پلی اتیلن ترفتالات	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 	شفاف، مقاوم و محکم در برابر خرد شدن، نشسته ناپذیر نسبت به هوا و اسید	بطری نوشابه های گازدار، بطری شوینده ها، الیاف فرش		بسته بندی، الیاف فرش، بطری شوینده

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی اتیلن اکسید	$[-CH_2CH_2O-]_n$	اتیلن اکسید	<chem>C1CO1</chem>
پلی پروپیولاکتون	$[-OCH_2CH_2C(=O)-]_n$	پرو پیولاکتون	<chem>O=C1OCCC1</chem>
پلی اتیلن ترفتالات	$[-CH_2CH_2OC(=O)-C_6H_4-C(=O)-]_n$	اتیلن گلیکول	<chem>OCCO</chem>
		ترفتالیک اسید	<chem>O=C(O)c1ccc(cc1)C(=O)O</chem>
پلی کاپرولاکتوم (نایلون ۶)	$[-NH(CH_2)_5C(=O)-]_n$	کاپرولاکتوم	<chem>O=C1NCCCCC1</chem>
پلی هگزا متیلن سپاسات (نایلون ۶۸)	$[-NH(CH_2)_6NHC(=O)(CH_2)_6C(=O)-]_n$	هگزا متیلن دی آمین سپاسیک اسید	$H_2N(CH_2)_6NH_2$ + $HOOC(CH_2)_6COOH$

جدول ۵- برخی از پلیمرهای غیر وینیلی



شکل ۳۸

## پلی اتن و پلی استر

از صفحه ۱۰۶ تا ۱۰۸

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با ویژگی‌های متفاوت پلاستیک آشنا شود و نحوه تغییر این ویژگی‌ها را بداند.
- ۲ اثر تغییر تعداد مونومرها بر ویژگی‌های پلیمر را درک کند.
- ۳ مفهوم جمله «تغییر ساختار موجب تغییر رفتار مولکول‌ها می‌شود» را درک کند.
- ۴ با پلیمر پلی استر به عنوان مهم‌ترین ماده اولیه الیاف مصنوعی آشنا شود.
- ۵ با گروه‌های عاملی در ترکیب‌های آلی (به‌خصوص گروه استری) آشنا شود.
- ۶ با خصوصیات استرها که داشتن طعم و بوی خوش است از طریق آشنایی با استرهای موجود در میوه‌ها آشنا شود.

## روش تدریس پیشنهادی: روش کاوشگری هدایت شده

برای تدریس این مبحث، روش کاوشگری هدایت شده پیشنهاد می‌شود کاربرگ‌های شبیه کاربرگ زیر را از قبل تکثیر کرده و در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با بررسی و مطالعه مطالب آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهند. به دانش‌آموزان فرصت کافی دهید تا کاربرگ‌ها را مطالعه و بررسی کنند. در حین انجام کار، بر فعالیت دانش‌آموزان نظارت و در صورت نیاز، گروه‌ها را راهنمایی کنید.

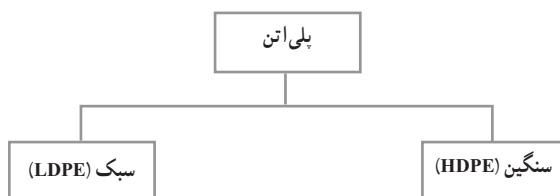
## کاربرگ کلاسی

تاریخ:

نام و نام خانوادگی اعضای:

موضوع درس:

یادآوری: پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که با ویژگی‌های گوناگونی عرضه می‌شود که نمونه‌ای از آن مطابق شکل زیر عرضه می‌شود.



پرسش :

- ۱ به نظر شما جنس کیسه پلاستیک و بطری شیر یکی است؟
- ۲ با توجه به مونومرهای اتن به نظر شما مولکول‌ها به چه روش‌هایی می‌توانند به هم متصل شوند؟
- ۳ مولکول‌های اتن می‌توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند به نظر شما ساختار مولکول‌ها می‌تواند در خواص آنها اثر بگذارد.
- ۴ احتمالاً شما به ساختار زیر دست یافتید.



نامی مناسب برای هر یک بنویسید.

چگالی کدام پلیمر بیشتر است؟

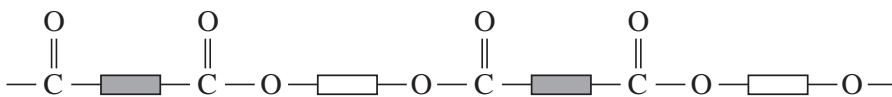
نیروهای بین مولکولی در کدام بیشتر است؟

به نظر شما برای ساختن هر یک از مواد زیر از کدام نوع پلیمر استفاده می‌کنند؟

لوله‌های فاضلاب – کیسه زباله – طناب – دبه‌های آب

توجه : نوع مونومرها مهم‌ترین عامل تعیین خواص پلیمرند.

- ۱ حال اگر ساختار پلیمری که برای تهیه الیاف نخ و پارچه استفاده می‌شود به صورت زیر باشد.



تفاوت این پلیمر با پلی‌اتن در چیست؟

عامل اتصال آنها چه اتمی است؟

نیروهای بین مولکولی این پلیمر را با پلی‌اتن مقایسه کنید.

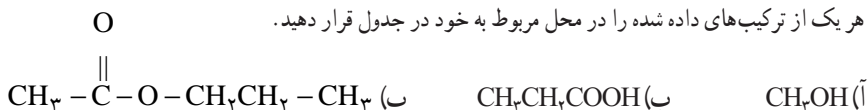
به نظر شما از نظر استحکام با پلی‌اتن چه تفاوتی دارد؟

به عامل اتصال چه گروه عاملی می‌توانید اطلاق کنید؟

اگر بدانید این مواد عامل بوی خوش میوه و گل‌ها هستند و ساختاری شبیه این دارند چند نمونه نام ببرید؟

این نوع پلیمر را چه می‌نامید؟

- ۲ هر یک از ترکیب‌های داده شده را در محل مربوط به خود در جدول قرار دهید.



اسید آلی	الکل	استر

- (آ) براساس چه ویژگی این ترکیب‌ها را در جدول قرار دادید؟  
 (ب) فرمول بسته هر یک از این ترکیب‌ها را بنویسید.  
 (پ) بوی گلایی به علت وجود یکی از این ترکیب‌ها در آن است به نظر شما آن ترکیب کدام است؟ چرا؟

پس از فعالیت دانش‌آموزان کاربرگ‌ها را جمع‌آوری کنید. به منظور جمع‌بندی مطالب، از بین دانش‌آموزان چند نفر را برای پاسخ دادن به پرسش‌های کاربرگ انتخاب کنید و پس از بررسی پاسخ هر یک از دانش‌آموزان جواب نهایی را تأیید کنید. در این جلسه نمره کاربرگ را می‌توانید به عنوان ارزشیابی مستمر منظور کنید.

### بر دانش خود بیفزایید

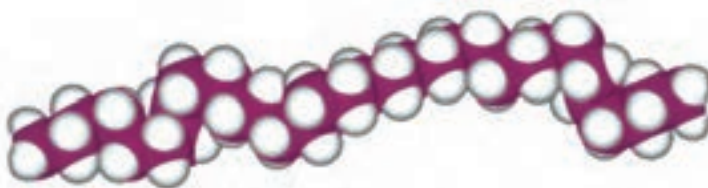
پلی‌اتن : پلی اتیلن‌ها از خانواده بزرگ پلی اولفین‌ها هستند که به لحاظ تولید و مصرفشان به سه نوع اصلی تقسیم می‌شوند :

۱ پلی‌اتن سنگین (HDPE)

۲ پلی‌اتن سبک خطی (LLDPE)

۳ پلی‌اتن سبک (LDPE)

اولین محصول پلی اتیلن در سال ۱۹۴۰ از نفت خام یا گاز طبیعی تهیه شده است که بسته به ساختار مولکولی از نوعی به نوع دیگر متفاوت است و با تغییر وزن مولکولی (طول زنجیر)، تبلور (وضعیت زنجیر) و خواص شاخه آن (پیوند شیمیایی بین زنجیرهای مجاور) می‌توان محصولات متنوعی تولید کرد. جدول ۶.



شکل ۳۹- ساختار مولکولی پلی اتیلن

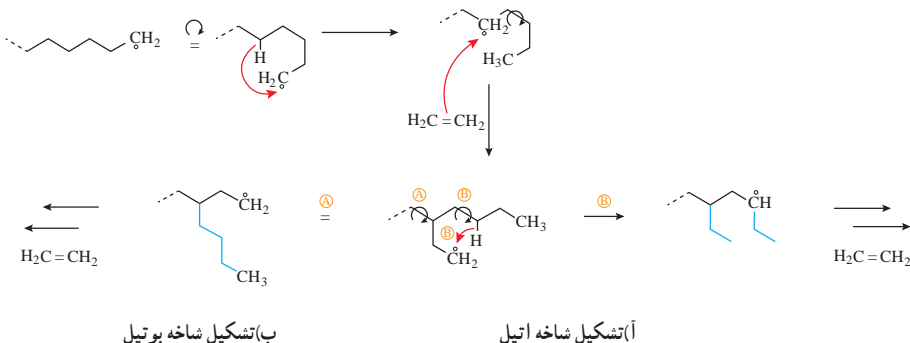
جدول ۶- خواص فیزیکی و مکانیکی انواع پلی اتیلن ها

LDPE	LLDPE	HDPE	خواص
۰/۹۲۲ تا ۰/۹۱۷	۰/۹۳۶ تا ۰/۹۱۸	۰/۹۶۰ تا ۰/۹۴۵	چگالی gr/cm <sup>۳</sup>
۸۷ تا ۲۸	۵۰۰ تا ۹۶	۵۰۰ تا ۹۶	جرم مولکولی × ۱۰ <sup>۳</sup>
۱۴۲ تا ۶۴/۳	۲۱۸ تا ۷۵/۹	۲۲۳/۴ تا ۱۷۲/۳	استحکام کششی نقطه تسلیم Kg/Cm <sup>۲</sup>
۴۴/۶ تا ۳۵/۹	۵۴/۴ تا ۲۴/۵	۵۱/۷ تا ۰/۱	استحکام ضربه kg.cm
۵۶ تا ۴۰	۶۲ تا ۴۹	۷۱ تا ۵۹	سختی

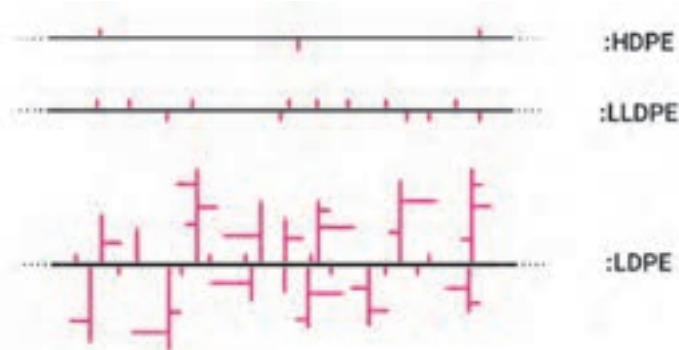
نقطه تسلیم : تغییر فرم پلاستیک

در صنعت با تغییر در روش پلیمری شدن و با استفاده از کاتالیزورهای مناسب وزن مولکولی، درجه شاخه‌ای شدن، چگالی و... را می‌توانند کنترل کنند و ساختارهای متفاوتی از پلی اتیلن را تولید کنند، ساختار مولکولی پلی اتیلن بر رفتار آنها مؤثر است و با کاهش شاخه‌ای شدن زنجیره‌های پلیمری و جرم مولکولی، بلورینگی افزایش می‌یابد و چگالی با بلورینگی رابطه مستقیم دارد.

**۱) پلی اتن سبک (LDPE):** از پلیمر شدن اتن با استفاده از آغازگر پراکسید در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۰۰۰ atm یک پلیمر سخت و شفاف به دست می آید که به پلی اتن سبک معروف است، در سطح مولکولی هم زمان با پلیمری شدن شاخه های زنجیر نیز شکل می گیرد. این شاخه ها از طریق واکنش های انتقال زنجیر بوتیل یا اتیل به درون مولکول شکل می گیرند به شکل ۴۰ زیر توجه کنید.



شکل ۴۰



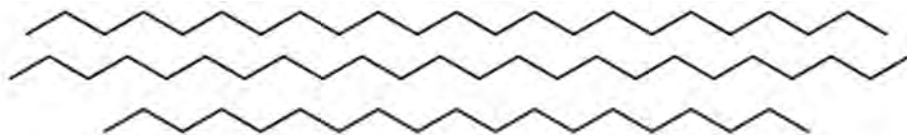
شکل ۴۱- ساختار انواع پلی اتیلن

لوله کردن ورقه نازک LDPE



به علت شاخه‌ای شدن، مولکول‌های خوب کنار هم قرار نمی‌گیرند و دارای نیروی بین مولکولی ضعیفی هستند، در نتیجه این نوع پلیمر نرم بوده و در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود، این به این معنی است که از این پلیمر برای محصولاتی که در معرض آب جوش قرار می‌گیرند نمی‌شود استفاده کرد. امروزه تقریباً ۶۵٪ از پلی‌اتن سبک برای تولید ورقه نازک جهت تولید کیسه و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود (شکل ۴۲).

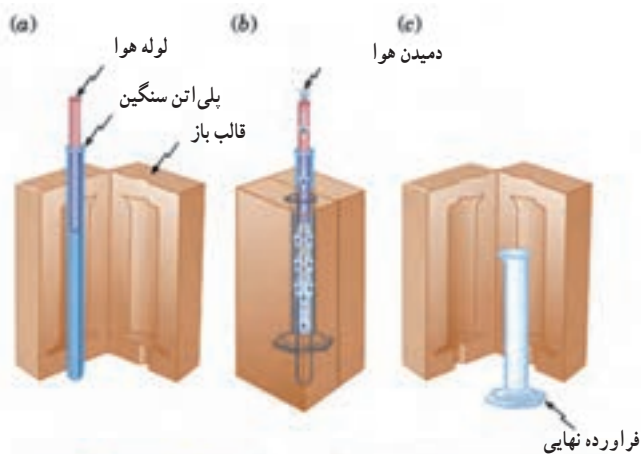
۲ پلی اتیلن سنگین (HDPE): این نوع پلیمری شدن توسط کاتالیزگر زیگلر-ناتا انجام می‌شود، در این نوع پلیمری شدن، مولکول‌های پلیمر فاقد شاخه زنجیر هستند به همین علت مولکول‌ها به خوبی کنار هم قرار می‌گیرند و در نتیجه نیروی بین مولکولی قوی‌تری نسبت به LDPE دارد و همچنین چگالی بالاتری دارد و به این نوع پلیمر پلی‌اتن سنگین می‌گویند.



شکل ۴۳- پلی‌اتن خطی (چگالی زیاد)

HDPE دمای ذوب بالاتری داشته و سه تا ۱۰ مرتبه از LDPE سخت‌تر است. حدود ۴۵٪ از پلی‌اتن سنگین برای تهیه بطری شیر، ظروف و کیسه‌های بسته‌بندی به کار می‌رود (شکل ۴۴).

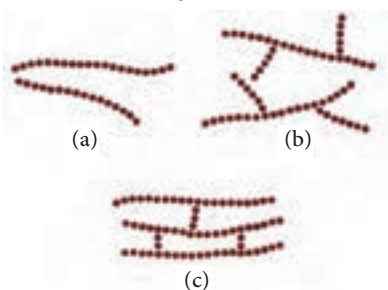




ساختار مولکول HDPE (خطی)



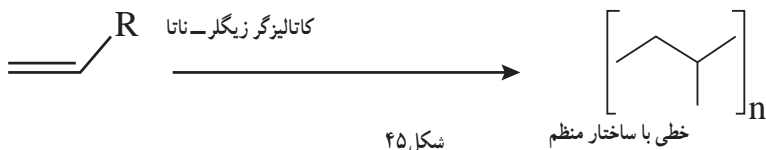
ساختار مولکول LDPE (شاخه‌ای)



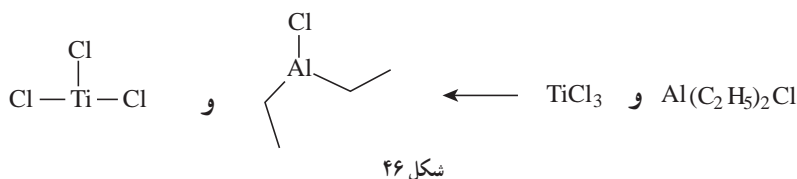
شکل ۴۴

همان‌طور که ملاحظه کردید تنوع ساختار پلیمرها به شرایط و نحوه پلیمری شدن آنها بستگی دارد، پلیمرهای خطی و شاخه‌دار اغلب در حلال‌هایی مانند کلروفرم، بنزن، تولوئن، دی متیل سولفوکسید و تتراهیدروفوران حل می‌شوند.

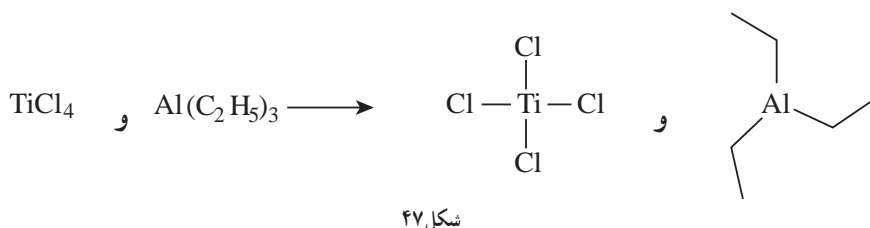
**پلیمریزاسیون زیگلر - ناتا :** یکی از روش‌های پلیمریزاسیون وینیلی است. این فرایند، از آنجایی که ساخت پلیمرهایی با روش مشخص را برای ما میسر می‌سازد، اهمیت زیادی دارد. این روش توسط دو دانشمند در سال ۱۹۵۰ کارل زیگلر شیمی‌دان آلمانی و گیولیو ناتا شیمی‌دان ایتالیایی کشف شد، روش زیگلر-ناتا بسیار مفید است، زیرا می‌تواند پلیمرهایی را بسازد که با هیچ روش دیگر قابل ساخت نیستند، مانند پلی اتیلن خطی بدون شاخه و پلی پروپیلن ایزوتاکنیک (شکل ۴۵).



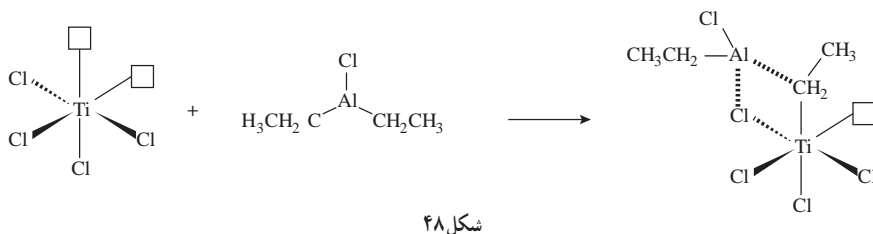
روش زیگلر-ناتا، شامل کاتالیزورهای فلزهای واسطه نظیر  $\text{TiCl}_4$  و کمک کاتالیزورهایی مبتنی بر فلزهای گروه ۱۳ مثل آلومینیوم می‌باشند.



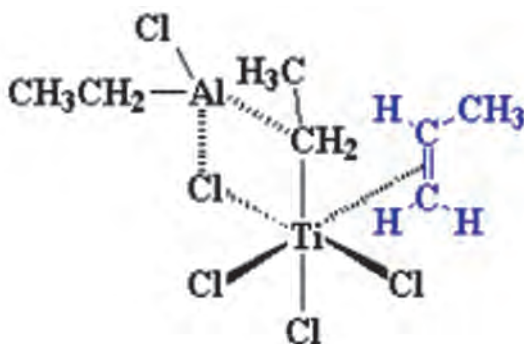
اینها دو دسته از سیستم‌های کاتالیزور/ کمک کاتالیزور زیگلر-ناتا هستند. در هر دو مورد، چهار اتم کلر داریم.



این سیستم‌ها در کنار هم دارای یک اوربیتال خالی به صورت شکل ۴۸ هستند.

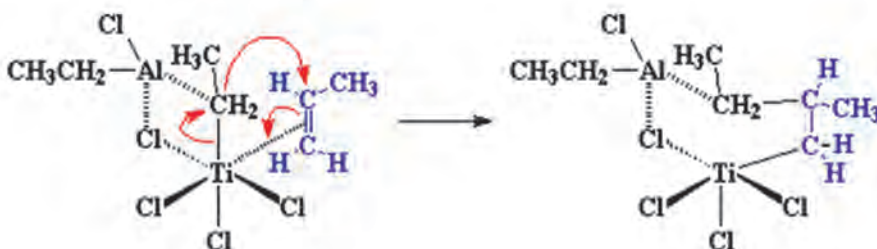


در هنگام پلیمری شدن مونومر وینیلی دارای دو الکترون در سیستم  $\pi$  پیوند دوگانه کربن-کربن است این الکترون‌ها می‌توانند اوربیتال خالی تیتانیوم را پر کنند و یک کمپلکس تشکیل دهند.

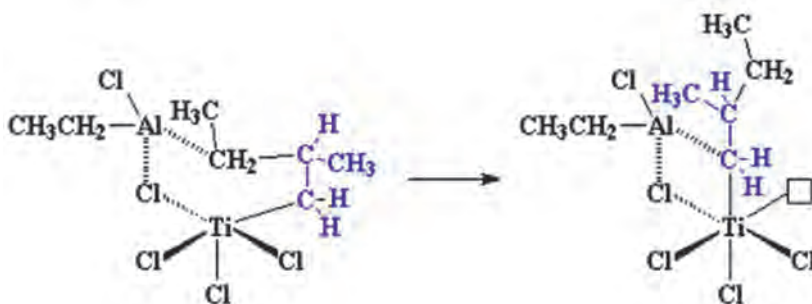


شکل ۴۹

کمپلکس با تغییر آرایش شکل زیر یک پیوند کربن-تیتانیوم تشکیل داده و یک پیوند بین گروه اتیل و کربن متیل دار مونومر پروپیلن تشکیل می دهد.

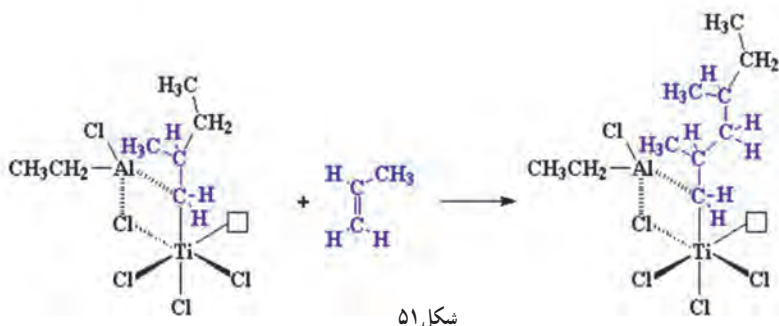


سپس نوآرایی صورت گرفته و به ساختار زیر می رسیم



شکل ۵۰

همان طور که ملاحظه می کنید تیتانیوم باز هم به حالت آغازین خود بازگشته و دارای یک اوربیتال خالی است که می تواند پذیرنده الکترون باشد پس وقتی یک مولکول دیگر پروپیلن وارد می شود تمام فرایند بالا از اول دوباره تکرار می شود.



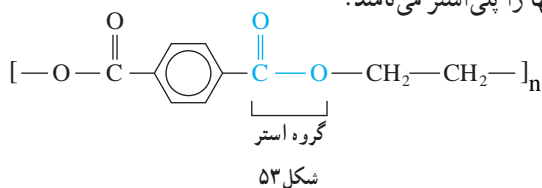
و البته، مولکول‌های پروپیلن بیشتر و بیشتری واکنش داده و زنجیر مرتباً رشد می‌کند. اگر نگاهی به تصویر بیندازید، می‌بینید که همهٔ گروه‌های متیل پلیمر در حال رشد، در یک طرف زنجیر قرار دارند. با این مکانیسم، پلی پروپیلن ایزوتاکتیک به دست می‌آید.



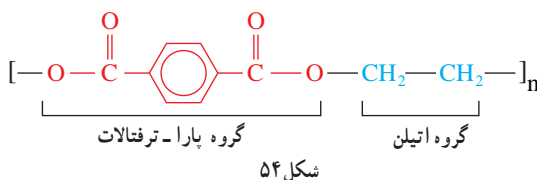
فراورده نهایی پلیمر: پس از تولید پلیمرها با استفاده از اکسترودر (مخلوط‌گر) فراورده را شکل‌دهی و به بازار عرضه می‌کنند. نمایی از اکسترودر را در شکل ۵۲ مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۲- اکسترودر و اجزای مختلف آن

پلی‌استر: پلی‌استرها، به علت خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب، از مهم‌ترین پلیمرهای تشکیل‌دهندهٔ الیاف مصنوعی به‌شمار می‌روند. پلی‌استرها، زنجیرهای هیدروکربنی دارند که حاوی اتصالات استری است، به همین خاطر آنها را پلی‌استر می‌نامند.

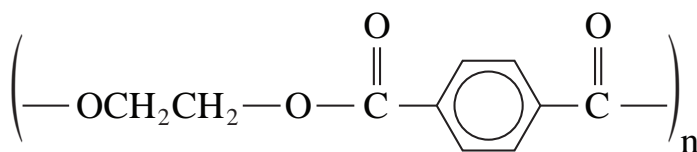
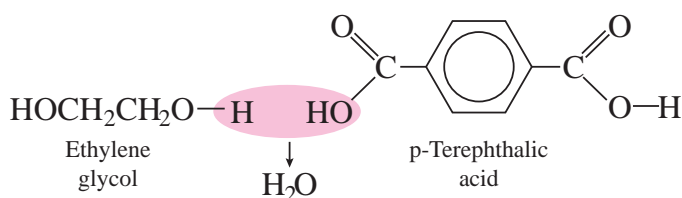


همان‌طور که مشاهده می‌کنید پلی‌اتیلن ترفتالات یا به اختصار PET از گروه‌های اتیلن و پارا- ترفتالات ساخته شده است که دارای اتصالات اتری است.



همچنین داکرون Dacron یک کوپلیمر تراکمی است که از واکنش اتیلن گلیکول (دی الکل) و پارا - ترفتالیک اسید (دی کربوکسیلیک اسید) با اتصالات استری ایجاد می شود.

گروه های استری در زنجیر پلی استر، قطبی هستند، بدین صورت که اتم اکسیژن کربونیل تا حدی دارای بار منفی است و اتم کربن کربونیل هم مقدار کمی بار مثبت دارد. بارهای مثبت و منفی متعلق به گروه های استری مختلف، یکدیگر را جذب می کنند. این پدیده به گروه های استری زنجیرهای نزدیک به هم اجازه می دهد که به صورت بلور به خط شوند، و به همین خاطر است که پلی استرها می توانند الیاف محکمی تشکیل دهند.



شکل ۵۵

این دسته از پلیمرها از پرمصرف ترین الیاف مصنوعی در صنایع نساجی و پوشاک هستند و تنهایی یا به صورت مخلوط با الیاف پنبه و پشم مورد استفاده قرار می گیرند، پارچه پلی استر با نام های مختلف ساخته و ریسیده می شود مثل : تریلن انگلستان، ترویرا آلمان، ترگال فرانسه، تریتال ایتالیا، تترون ژاپن، داکرون امریکا، از جمله کاربردهای این محصول می توان به موارد ذیل اشاره کرد.



بارانی



زیرتختی



بادبان



نخ دوخت



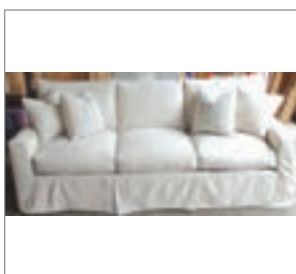
لباس ورزشی



پرده



کمربند ایمنی

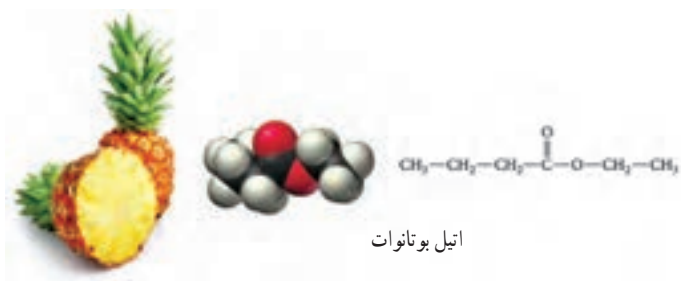


رومبلی



طناب

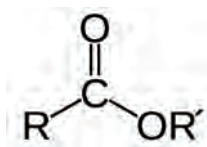
همان‌طور که مشاهده می‌نمایید این محصولات باید از جنسی باشد که رطوبت را به خود جذب نکند، و در برخی موارد باید از موادی استفاده کرد که قابلیت شست‌وشو داشته باشد و بو نگیرد، همچنین بهداشتی و ضد حساسیت باشد که تمامی این موارد جز ویژگی‌های بارز الیاف پلی‌استر است.



اتیل بوتانات

شکل ۵۷

استرها: اغلب استرها ترکیب‌های آلی فرار و معطر هستند، بوی شکوفه انواع گل‌ها و میوه‌ها مثل بوی موز (ایزوپنتیل استات)، بوی سیب (ایزوپنتیل والرات) بوی نیشکر (ایزوبوتیل پروپیونات)، بوی آناناس (اتیل بوتانات) استر است. از این مواد برای تهیه مواد خوشبو، مواد اولیه پلاستیک‌ها و پلی‌استرها و نیز به‌عنوان حلال در صنعت استفاده می‌کنند. چربی‌های حیوانی و روغن‌های گیاهی استرهای اسیدهای



کربوکسیلیک بلند زنجیر با گلیسرین هستند. اسیدهای شرکت کننده در ساختار استرها می توانند سیر شده یا سیر نشده باشند.

فرمول استرها به صورت  $RCOOR'$  که در واقع شبیه اسیدهای کربوکسیلیکی هستند و هیدروژن آن با یک گروه  $R'$  آلکیل یا آریل (آروماتیک) جانشین شده است.

استرها و اسیدهای ایزومر ساختاری همدیگر هستند و فرمول عمومی آنها به صورت  $C_nH_{2n}O_2$  می باشد استرها ترکیباتی قطبی هستند که قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی با همدیگر را ندارند، اما با مولکول های دیگری مثل آب می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. بنابراین استرها شبیه اترها یا آلدهیدها و کتون ها هستند. قطبیت استرها از اترها بیشتر اما از الکل ها کمتر است.

## الکل ها و اسیدها و واکنش استری شدن

از صفحه ۱۰۹-۱۱۴

## هدف های آموزشی

- ۱ ساختار الکل و اسیدهای کربوکسیلیک را بشناسد.
- ۲ با ویژگی های کربوکسیلیک اسیدها آشنا شود.
- ۳ خواص فیزیکی و شیمیایی الکل ها و اسیدها را توصیف کند.
- ۴ ساختار مولکول های دویخشی و برهمکنش نیروهای بین مولکولی آنها را توجیه کند.
- ۵ واکنش استری شدن را توصیف و اجزای تشکیل دهنده استر را تشخیص دهد.
- ۶ الکل ها و اسیدهای دو عاملی را بشناسد و توانایی آنها را برای تولید پلی استر درک کند.
- ۷ اجزای تشکیل دهنده ساختار پلی استر را تشخیص دهد.
- ۸ کاربردهایی را برای پلی استر و اهمیت آنها در زندگی بیان کند.

## روش تدریس پیشنهادی

پیشنهاد می شود که از گروه ها بخواهید موادی همچون: آدامس هایی (با طعم های مختلف، موز، آناناس و...)، کره ترش شده یا سرکه تهیه کرده و به کلاس بیاورند. در ابتدای کلاس با انجام یک فعالیت مثل تشخیص بوی هر نوع طعم بدون نگاه کردن از روی پخش بوی آنها، که برای دانش آموزان ملموس تر است توجه آنها را به ماده موجود در آدامس جلب کنید و سپس با توضیح مفهوم گروه عاملی از آنها بخواهید تا کاربرگ زیر را که از قبل آماده کرده اید تکمیل کنند.

کاربرگ کلاسی			
نام و نام خانوادگی اعضا :		تاریخ :	
موضوع درس :			
نام ماده خوراکی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	نام خانواده
بوی گل رُز			الکل
لیمو ترش			کربوکسیلیک اسید
بوی نعناع			الکل
بوی کره ترش شده			کربوکسیلیک اسید
بوی سیب – آناناس			استر



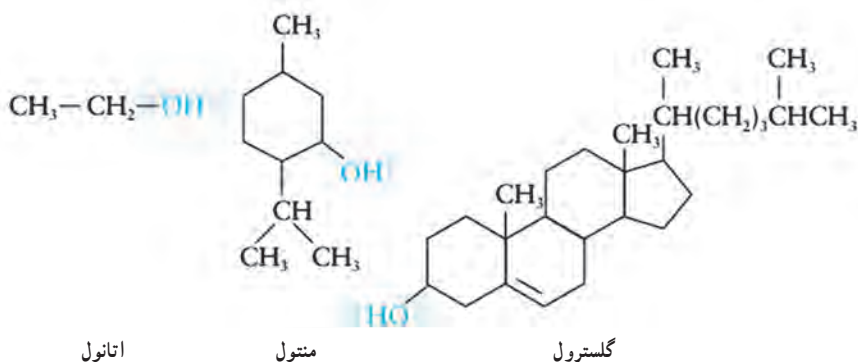
به دانش آموزان فرصت کافی دهید تا کاربرگ‌ها را بررسی و تکمیل کنند سپس به همراه دانش آموزان «با هم ببیندیشیم» صفحه ۱۱۰ را حل کرده در خصوص ویژگی الکل‌ها بحث کنید و از دانش آموزان بخواهید «خود را بیازمایید» صفحه ۱۱۱ را حل کنند و سپس از دانش آموزان بخواهید تا گروه عاملی الکی و اسیدی را با استر مقایسه کنند و نظرات خود را در خصوص منشأ استر بیان کنند. در این مرحله روی تابلو فرمول اسید و الکل را بنویسید و نحوه تولید استر را با کمک دانش آموزان توضیح دهید.

در ادامه واکنش تولید پلی استر را با استفاده از روش ایفای نقش نیز می‌توانید به نمایش بگذارید به این ترتیب که با استفاده از کاورها یا بازوبندهای رنگی با دو رنگ متفاوت استفاده کنند و هر رنگ را به یکی از اجزای پلی استر اختصاص دهید و از دانش آموزان بخواهیم که نقش مونومر را ایفا کنند و زنجیره‌های پلیمری را تشکیل دهند.

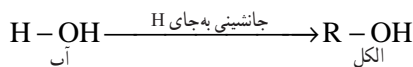
در پایان از دانش آموزان بخواهید خود را بیازمایید صفحه ۱۱۳ را حل کنند و این سؤال را به بحث بگذارید که به نظر شما چرا دانشمندان از الیاف پلی استری در جراحی زانو استفاده می‌کنند؟

## بر دانش خود بیفزایید

**الکل‌ها :** با توجه به اینکه الکل‌ها می‌توانند ماده اولیه بسیاری از سنتزها در شیمی آلی باشند از اهمیت زیادی برخوردارند فرمول الکل‌ها به صورت، ROH است و در ساختار خود گروه عاملی هیدروکسیل دارند که ویژگی‌های خاص این خانواده را تعیین می‌کنند، جهت نام گذاری الکل‌ها کافی است که پسوند «اول» را به آخر نام آلکان هم کربن اضافه کنیم به عنوان مثال، اتانول از ساده‌ترین و شناخته شده‌ترین موادی است که از تمدن‌های باستان از طریق تخمیر تهیه می‌شد. اسانس نعنای یک ترکیب ده کربنی است که به طور گسترده به عنوان طعم دهنده استفاده می‌شود، گلیسترویل با ساختار پیچیده که در بیماری‌های قلبی دخالت دارد یک الکل است.

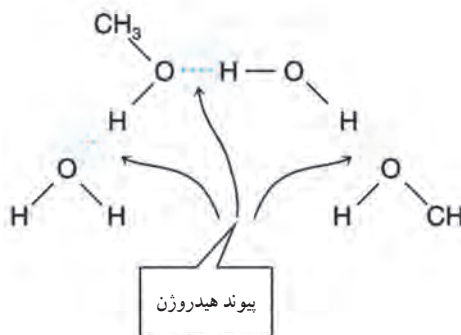


الکل را می‌توان مشتقی از آب دانست که به جای هیدروژن یک گروه آلکیل قرار گرفته است.



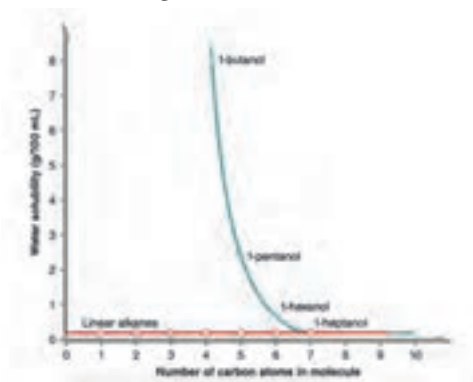
شکل ۵۹

جایگزینی H آب با یک گروه آلی باعث نمی‌شود که تمام خواص آب را دارا باشند، الکل‌های سبک مثل متانول، اتانول و پروپیل به راحتی در آب حل می‌شوند که به علت تشکیلات پیوند هیدروژنی در الکل‌هاست.



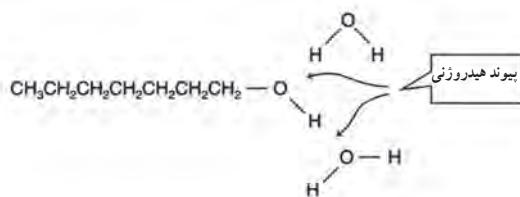
شکل ۶۰

اما با افزایش زنجیره کربنی از شباهت خواص به آب کاسته شده و به شباهت خواص با آلکیل افزوده می‌شود و با افزایش طول زنجیره میزان انحلال‌پذیری در آب کاهش یافته و میزان انحلال‌پذیری آنها در حلال‌های ناقطبی مثل بنزن، کربن تتراکلرید و اتر افزایش می‌یابد.



نمودار ۳

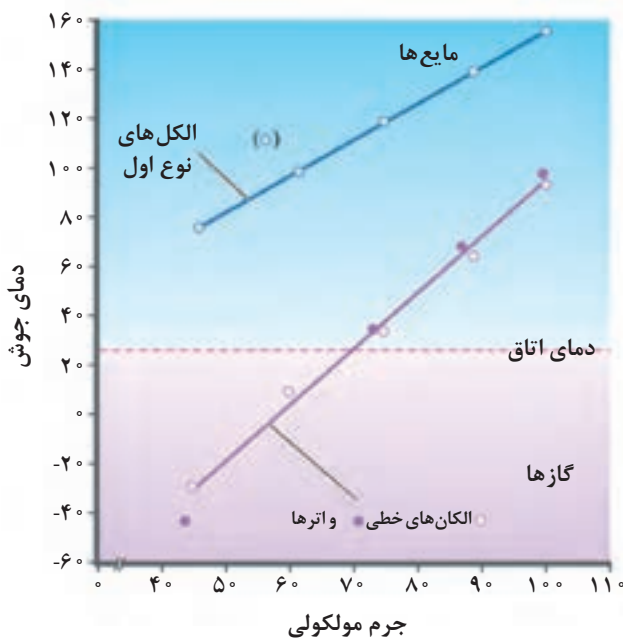
زنجیره‌های کربنی با آب پیوند هیدروژنی نمی‌دهند و مولکول‌های آب فقط با بخشی که گروه OH قرار دارد برهمکنش هیدروژنی دارند و از آنجایی که بخش اعظم مولکول هیدروکربن است در آب حل نشده و نامحلول می‌باشد.



در هپتانول آب فقط با بخش OH برهم کنش دارد.

شکل ۶۱

الکل ها دمای جوش بالاتری نسبت به هیدروکربن های هم جرم مولکولی خود دارند که به علت تشکیل پیوند هیدروژنی در الکل هاست.

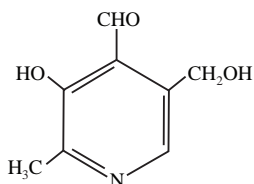
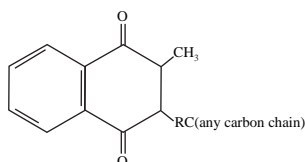


نمودار ۴

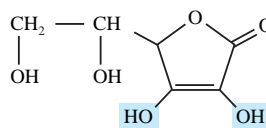
ویتامین ها : ویتامین ها گروهی از ترکیب های آلی هستند که مقدار اندکی از آنها برای عملکرد بدن نیاز است و باید از منابع غذایی حاصل شود زیرا بدن نمی تواند آنها را سنتز کند. یکی از موارد مهم در مورد ویتامین ها، جنبه های تغذیه ای آنها است. ۱۳ نوع ویتامین شناخته شده است که براساس حلالیت به دو دسته ۱- محلول در آب ۲- محلول در چربی دسته بندی می شوند.

ویتامین های محلول در آب دارای بخش های قطبی می باشد که با آب برهمکنش دارند ولی ویتامین های

محلول در چربی به علت داشتن بخش زیاد هیدروکربنی برهمکنش کمی با آب دارند به ساختار ویتامین‌های زیر توجه کنید.

ویتامین B<sub>6</sub>

ویتامین K



اسکوربیک اسید

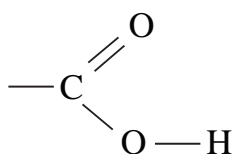
شکل ۶۲

ویتامین محلول در آب	ویتامین محلول در چربی
تیامین	ویتامین A
ریبوفلاوین	ویتامین D
نیاسین	ویتامین E
ویتامین B <sub>6</sub> (شناور)	ویتامین K
ویتامین B <sub>12</sub>	
پنتانوتیک اسید	
بیوتین	
ویتامین C	

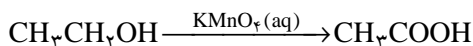
جدول ۷

ویتامین‌های محلول در آب از لحاظ تغذیه مشکلی در بدن ایجاد نمی‌کنند چون از طریق ادرار دفع می‌شوند اما ویتامین‌های محلول در چربی هنگامی که در دوزهای غیرعادی مصرف شود به وسیله پروتئین‌های خون حمل شده و در چربی‌ها ذخیره می‌شود که در صورت بیش از حد نیاز بودن به صورت سمی عمل می‌کند.

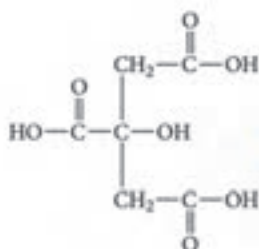
اسیدهای آلی: کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که شامل گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) بوده و محلول آبی آنها اسیدهای ضعیفی می‌باشند.



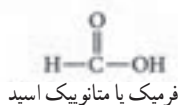
اسیدهای آلی با توجه به ریشه کربنی و با افزودن «ویک اسید» به آخر نام آلکان هم کربن نام گذاری می شوند، برای مثال استیک اسید را اتانویک اسید می نامند که هم کربن با اتان است. بسیاری از کربوکسیلیک اسیدها از اکسایش الکل های نوع اول با یک اکسنده قوی مثل پتاسیم پرمنگنات تهیه می شوند.



کربوکسیلیک اسیدها مانند تمام اسیدها مزه تند دارند آشناترین آن استیک اسید در سرکه است. سیتریک اسید در لیمو و پرتقال و همچنین فورمیک اسید ناشی از نیش مورچه و لاکتیک اسید که پس از تمرین شدید در ماهیچه ها تولید می شود، نمونه هایی از کربوکسیلیک اسیدها هستند.

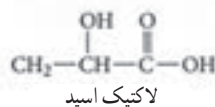


سیتریک اسید



فرمیک یا متانویک اسید

شکل ۶۳



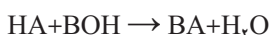
لاکتیک اسید



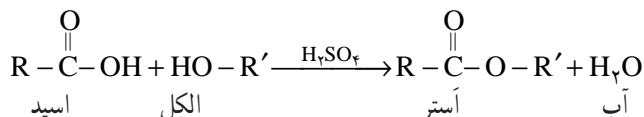
شکل ۶۴

اگزالیک اسید نوعی کربوکسیلیک اسید است که در ریواس و اسفناج به فراوانی یافت می شود.

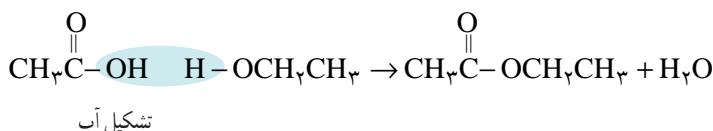
واکنش استری شدن : در حضور کاتالیزور از واکنش اسیدهای آلی با الکل ها استر به دست می آید که این واکنش شبیه واکنش اسید و باز است. ولی در واقع بسیار متفاوت است.



واکنش‌های اسید و باز، واکنش یک‌طرفه و بسیار سریع است. درحالی‌که تشکیل استر، واکنشی کند و برگشت‌پذیر می‌باشد و به کمک کاتالیزور سولفوریک اسید غلیظ انجام می‌شود.

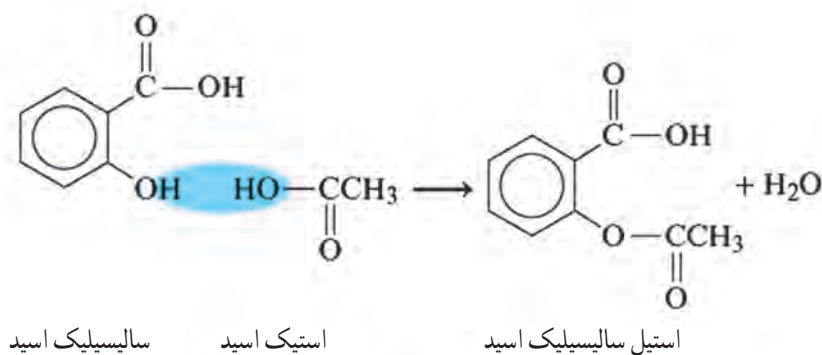


همچنین باید توجه داشت که در واکنش استری شدن، H از مولکول الکل و OH از مولکول اسید در تشکیل آب شرکت می‌کنند. این موضوع با روش تحقیقاتی به اثبات رسیده است. به این روش سنتز استرها، واکنش فیشر می‌گویند.



برای نام‌گذاری استرها ابتدا نام گروه آلکیل الکل را آورده و سپس از نام اسید «ویک اسید» را به وات تبدیل می‌کنند، برای مثال n-اوکتیل استات را n-اوکتیل اتانوات می‌نامند زیرا از اسید اتانویک اسید مشتق شده است.

یکی از مهم‌ترین استرها از واکنش سالیسیلیک اسید با استیک اسید به صورت زیر شکل می‌گیرد.



شکل ۶۵

این فراورده را که به عنوان آسپرین می‌شناسند به طور گسترده‌ای به عنوان مسکن و رقیق‌کننده خون استفاده می‌شود.



شکل ۶۶

## پلی آمیدها، پلیمرهای ماندگار یا تخریب پذیر

از صفحه ۱۱۴-۱۱۹

واحد  
یادگیری ۵

### هدف‌های آموزشی

- ۱ با پلی آمیدها به عنوان یکی از پلیمرهای تشکیل دهنده مواد طبیعی آشنا شود.
- ۲ گروه عاملی آمید را تشخیص دهد و اجزای تشکیل دهنده آن را بشناسد.
- ۳ اجزای تشکیل دهنده ساختار و مونوها پلی آمید را تشخیص دهد.
- ۴ کاربردهایی برای پلی آمید معرفی کند.
- ۵ با نحوه تجزیه پلیمرها آشنا شود، و بتواند فراورده تجزیه آنها را پیش بینی کند.
- ۶ با پلیمرهای ماندگار و زیست تخریب پذیر آشنا شود و اهمیت آنها را بداند.
- ۷ مواد ماندگار و زیست تخریب پذیر را با هم مقایسه کند.
- ۸ علل تمایل برای تهیه پلیمر سبز را برشمارد.

### روش تدریس پیشنهادی: روش پرسش و پاسخ، روش آموزش آزمایشگاهی

پیشنهاد می شود با دانش آموزان در مورد پلیمرها و انواع آنها گفت و گو کنید. ساختار پلی استر را رسم کنید حال از دانش آموزان بخواهید اگر به جای الکل در تشکیل پیوند استری از آمین استفاده کنیم پیوند بین مونومرها چگونه خواهد بود؟ اجازه دهید پاسخ خود را با دلیل ارائه دهند سپس جهت تکمیل مطلب از دانش آموزان سؤال کنید می دانید بعضی ها ماهی را به خاطر بوی بدش دوست ندارند؟ چگونه می توانیم بوی بد ماهی را از بین ببریم؟ پاسخ دانش آموزان را بشنوید.

بعد توضیح دهید که برای از بین بردن بوی بد ماهی از لیموترش استفاده می کنید؟ می دانید چه اتفاقی می افتد؟

توضیح دهید که آمین موجود در ماهی با اسید لیمو واکنش داده و آمید حاصل می شود.

حال با کمک دانش آموزان و پاسخ هایی که ارائه دادند واکنش تولید پلی آمید را بنویسید و آن را با استر مقایسه کنید. کاربردهایی از پلی آمید از جمله کولار را به دانش آموزان توضیح دهید علت استحکام آن را به بحث بگذارید.

پیشنهاد می شود در ادامه مباحث درس را به دو بخش (پلیمرهای نفتی و تخریب پذیر) تقسیم کنید و از گروه ها بخواهید در خصوص ویژگی ها و معایب و مزایای آنها با انجام آزمایش های زیر بحث کنند.

نمونه‌هایی از پلیمرهای نفتی (مثل طناب، کیسه، فوم و...) و پلیمرهای تخریب‌پذیر (نشاسته – سلولز – الیاف چوب و...) به کلاس آورده شود و آن را به دو گروه تقسیم کنید که هر گروه ویژگی‌های هر یک از دسته‌ها را با توجه به موارد زیر بررسی کنند:

نمونه شفاف است یا کدر؟

انعطاف‌پذیر است یا خیر؟

خاصیت کشسانی دارد؟

سخت است یا نرم؟

حدود دانسیته آن چقدر است؟

نمونه در برابر حرارت ذوب می‌شود؟

در اثر تماس با آب جذب آب می‌شود؟

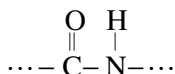
هنگام ذوب شدن بو می‌دهد؟

آیا می‌سوزد؟ چگونه؟

سپس نتایج را در کلاس ارائه و به بررسی مفاهیم: تخریب‌پذیر، بازیافت و... پرداخته شود. در انتهای کلاس از دانش‌آموزان خواسته شود در خصوص در میان تارنماهای صفحه ۱۱۹ مطالب جمع‌آوری و برای جلسه بعد در کلاس بحث کنند.

## بر دانش خود بیفزایید

پروتئین‌ها، پلیمرهای طبیعی هستند که حدود ۱۵ درصد از بدن ما را تشکیل می‌دهند، جرم مولکولی (جرم مولی) آنها در محدوده ۶۰۰۰ تا بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول است. پروتئین‌ها نقش بسیاری را در بدن موجودات انجام می‌دهند، پروتئین پوست، عضله، غضروف، مو، پشم و... در این دسته از پلیمرها عامل امید در طول زنجیر کربنی تکرار شده است.

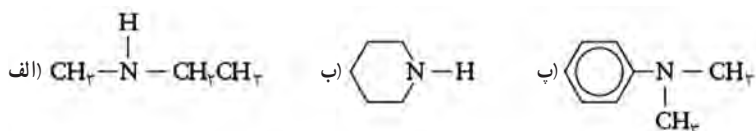


عامل آمیدی از واکنش اسیدآلی با آمین به دست می‌آید، آمین‌ها مشتقات آلی آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) هستند که یکی یا بیشتر هیدروژن آن توسط گروه (R) آلکیل یا آریل جایگزین شده است، آمین‌ها مثل الکل‌ها براساس شمارش تعداد گروه R متصل به نیتروژن به نوع اول، دوم و سوم دسته‌بندی می‌شوند.

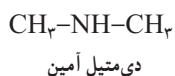


دسته بندی مشتقات آمین		
مثال	فرمول عمومی	مشتق
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	نوع اول
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{H}$	نوع دوم
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{CH}_3$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{R}''$	نوع سوم

سؤال : آمین های زیر را برحسب نوع اول، دوم و سوم دسته بندی کنید.



در یک روش نام گذاری آمین ها، نام گروه های (R) متصل به نیتروژن را برحسب الفبای لاتین آورده و در آخر کلمه آمین اضافه می کنند و در صورت تکرار گروه (R) از پیشوند دی، تری استفاده می شود.

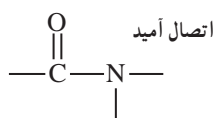


بوی بد ماهی به علت وجود متیل آمین و آمین های دیگر در ماهی است که با افزودن لیمو، اسید موجود در آن با آمین واکنش داده و بوی بد آن حذف می شود.



شکل ۶۷

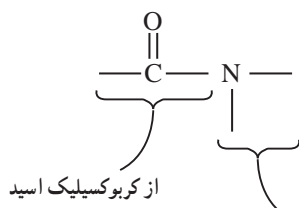
آمین‌ها با اسیدهای آلی، کلرید اسیدها و انیدریدها واکنش داده و گروه عاملی آمید را تشکیل می‌دهند که مشخصه آن یک گروه کربنیل متصل به نیتروژن است.



گروه عاملی آمیدی

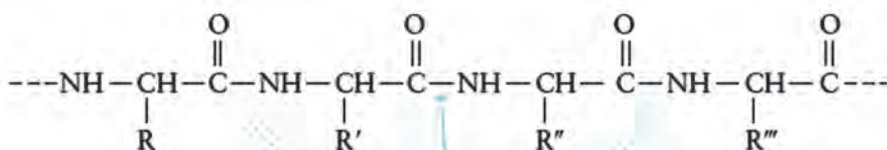
شکل ۶۸

گروه کربنیل از یک کربوکسیلیک اسید و اتم نیتروژن از آمین یا آمونیاک مشتق شده است.



شکل ۶۹

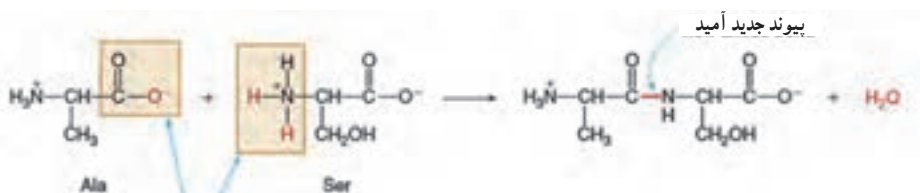
ابریشم، پشم، پلی‌آمیدهای طبیعی از دسته پروتئین‌ها هستند که با اتصالات آمیدی مونومر آنها به هم متصل‌اند.



اتصالات آمیدی

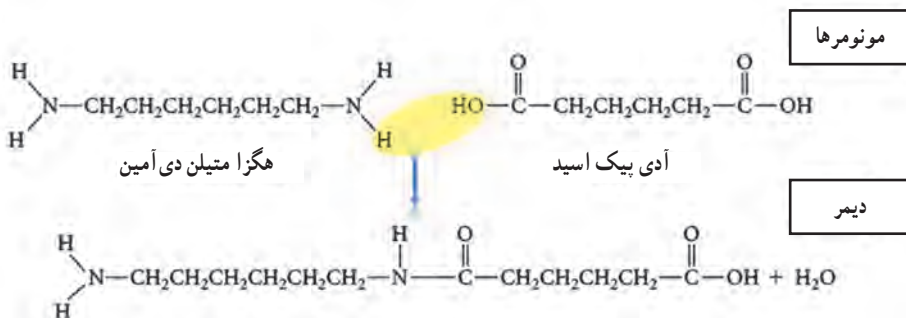
شکل ۷۰

مونومرهای سازنده تمام پروتئین‌ها اسید آمینه‌ها هستند، این مولکول‌ها به علت داشتن گروه عاملی آمین ( $\text{--NH}_2$ ) و گروه کربوکسیل ( $\text{--CO}_2\text{H}$ )، اسید آمینه نامیده می‌شوند، پلیمر پروتئین توسط واکنش تراکم بین اسیدهای آمینه ساخته شده است.



شکل ۷۱

یکی از پلی آمیدهای معروف کوپلیمر نایلون است که از تراکم هگزا متیل دی آمین و آدی بیک اسید به صورت زیر تشکیل می شود

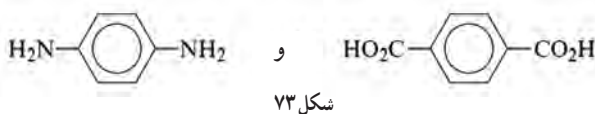


شکل ۷۲

محصول حاصل دایمر نامیده می شود، با افزوده شدن مونومرهای دیگر پلیمر نایلون به دست می آید که برای تهیه الیاف مصرفی در تولید فرش، تور ماهیگیری، شیلنگ تنفس و... استفاده می شود.

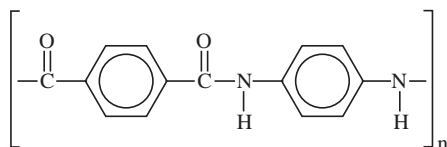
کولار یکی دیگر از پلی آمیدها است که در سال ۱۹۷۰ معرفی شد، این پلیمر به علت استحکام کششی زیاد، وزن کم، ازدیاد طول کم در پارگی، پایداری ابعاد، هدایت الکتریکی پایین، مقاومت پارگی بالا، مقاومت شیمیایی زیاد، مقاوم به شعله و خود خاموش کن، حفظ خواص در دماهای بسیار بالا کاربردهای فراوانی در صنعت دارد از آن برای تهیه بادبان های مسابقه ای، جلیقه های ضد گلوله، تایرها، لنت های ترمز، قایق های مسابقه ای، کابل نوری، تخته های اسکی، کلاه های ایمنی و... استفاده می شود.

مونومرهای سازنده کولار یک دی اسید (۱،۴- دی بنزن دی کربوکسیلیک اسید) و یک دی آمین (۱،۴- دی آمینو بنزن) به صورت زیر است.



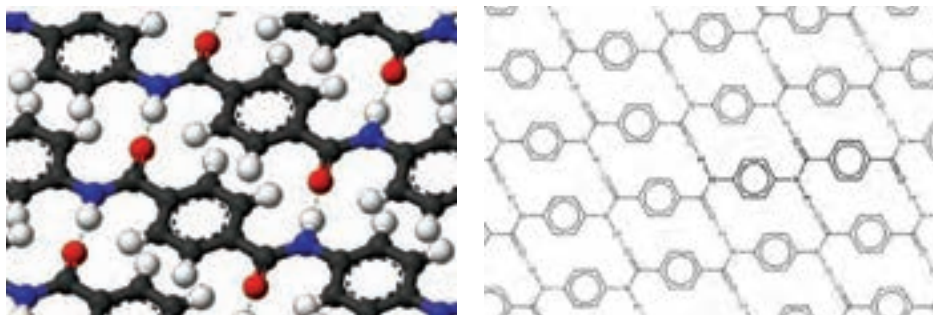
شکل ۷۳

در اثر پلیمر شدن تراکمی بین این دو مونومر پلیمر کولار با ساختار زیر تشکیل می شود.



شکل ۷۴

وجود حلقه های مسطح بنزنی به کولار ساختار مسطح می دهد و سبب می شود که مولکول های پلیمر تا حد ممکن روی هم فشرده شده و به هم نزدیک تر شوند.



شکل ۷۵

بین مولکول‌های فشرده شده پیوند هیدروژنی قوی‌تری برقرار می‌شود که سبب استحکام زیاد پلیمر کولار می‌شود. در این ساختار حلقه‌های مسطح بنزنی به سادگی خمیده نمی‌شوند و از انعطاف‌پذیری کمتری برخوردار هستند در نتیجه این پلیمر به شدت صلب و انعطاف‌ناپذیر است، کولار دمای ذوب بالایی دارد و به آسانی در حلال‌ها حل نمی‌شود کولار فقط در سولفوریک اسید غلیظ حل می‌شود.



شکل ۷۶

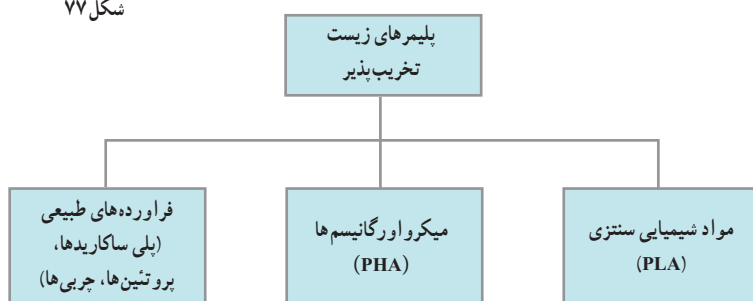
پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر: پلاستیک‌ها به عنوان یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست از طرف سازمان جهانی محیط‌زیست معرفی شده‌اند، هر ساله در کل جهان حدود ۵۰۰ میلیارد تا یک تریلیون کیسه پلاستیکی تولید می‌شود، بیش از یک میلیون کیسه در دقیقه دور ریخته می‌شود که این حجم از آلاینده‌ها خطر تکان‌دهنده‌ای برای نسل آینده و محیط‌زیست می‌باشد، با عنایت به گزارش بازیافت توسط آژانس محیط‌زیست تنها در خوش‌بینانه‌ترین حالت زیر ۱۵ درصد از کل کیسه‌های پلاستیکی بازیافت می‌شوند، به همین دلیل، در چند سال اخیر بیشتر کشورهای توسعه یافته و نیز در حال توسعه تولید کیسه‌های تخریب‌پذیر را آغاز کرده و به عنوان جایگزین کیسه‌های پلاستیکی معرفی کرده‌اند.

پلیمرهای طبیعی، موادی هستند که به سادگی توسط فعالیت میکرواورگانیسم‌ها مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و جلبک‌ها به واحدهای کوچک‌تر تجزیه می‌شوند، ساخت فراورده‌های پلیمری زیست تخریب‌پذیر همانند



شکل ۷۷

پلیمرهای طبیعی با هدف کاهش مشکلات زیست محیطی، ایمنی و سلامت مورد توجه بسیار قرار گرفته است. این پلیمرها در پزشکی و دارورسانی نیز به دلیل حذف آخرین مرحله جراحی برای برداشت آنها پس از عملکرد درمانی توسعه یافته اند.



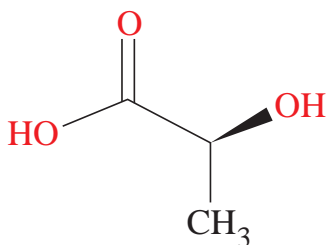
شکل ۷۸

در سال ۲۰۱۲ مهم ترین پلیمرهای زیست تخریب پذیر تجاری پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلیمرهایی بر پایه نشاسته (PHA) بودند که به ترتیب ۴۶٪ و ۳۹٪ بازار مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر را به خود اختصاص دادند. دیگر پلیمرهای زیست تخریب پذیر شامل پلی استرهای چون کوپلی استرهای آلیفاتیک/آروماتیک و پلی کاپرولاکتون، مشتقات سلولزی و پلی هیدروکسی آلکانوات ها می باشند، که عمدتاً مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر، کاربردهایی در بسته بندی و تهیه ظروف مواد غذایی، کیسه های دورریز و فیلم ها، فوم، پوشش های کاغذی و ... می باشد، اکنون دانش تولید پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ایران نیز موجود می باشد که پلیمرهای ساختگی در حضور اکسیژن و مجاورت هوا و هم در شرایط دفن در خاک قابلیت تجزیه شدن دارند.



شکل ۷۹

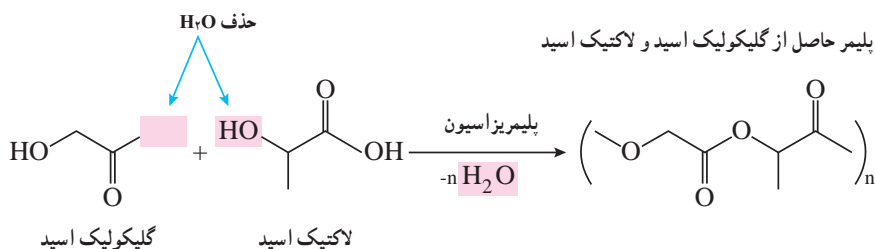
پلی لاکتیدها (PLA): این پلاستیک از نشاسته تهیه می‌شود، نشاسته به‌عنوان منبع ذخیره انرژی در گیاهان عمل می‌کند این ماده در غلات و گیاهان علفی به مقدار فراوان وجود دارد. نشاسته را می‌توان یک زیست پلاستیک در نظر گرفت اما به دلیل انحلال در آب مواد ساخته شده از آن در برابر رطوبت تغییر شکل می‌دهد از این رو کاربرهای آن محدود است، این مشکل را می‌توان با تغییر در ساختار نشاسته و تبدیل آن به یک پلیمر متفاوت برطرف کرد. برای این کار نخست نشاسته را به وسیله موجودات زنده ذره‌بینی به لاکتیک اسید تبدیل می‌کنند، سرانجام لاکتیک اسید به‌عنوان یک مونومر در جریان واکنش پلیمری شدن به پلی لاکتیک تبدیل می‌شود.



شکل ۸۰

سؤال: با توجه به اینکه ساختار لاکتیک اسید به‌صورت روبه‌رو است، فرمول ساختار پلیمری آن را رسم کنید.

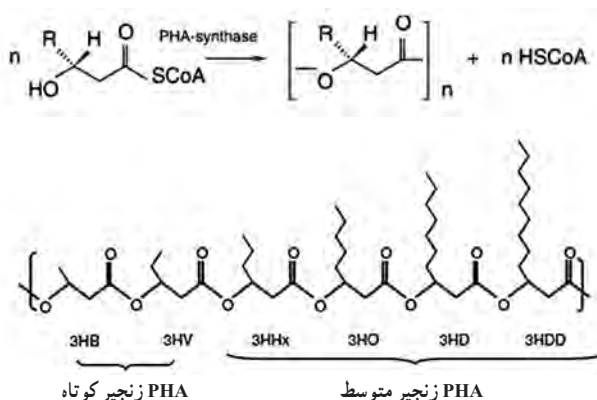
پلیمرهایی که خود تحلیل می‌روند! با گسترش فناوری در پزشکی تقاضا برای پلیمرهای ساختگی که پس از استفاده در بدن جذب می‌شوند بیشتر شده است. در جراحی سنتی پس از بهبود باید بخیه‌ها برداشته شود ولی در این روش که از پلیمر لاکتومر زیست سازگار و زیست تخریب پذیر استفاده می‌شود به مرور زمان و با بهبود زخم بخیه‌ها هیدرولیز شده و از بین می‌روند و متابولیسم بدن اسیدهای گلیکولیک و لاکتیک را دفع می‌کند. واکنش تهیه این پلیمر به‌صورت زیر است.



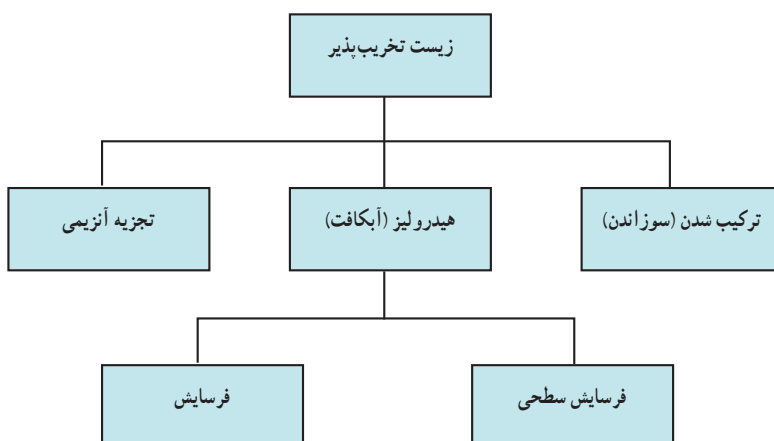
شکل ۸۱

پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها (PHA): پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها پلی استرهای خطی هستند که در طبیعت توسط باکتری‌های تخمیری، از شکر و چربی تولید می‌شوند بیش از ۱۰۰ مونومر مختلف می‌توانند با این گروه ترکیب شده، مواد با خواص مختلف ایجاد کنند، برای مثال نوع پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها

به نام پلی بتا هیدروکسی بوتیرات که شبیه پلی پروپیلن است ولی نسبت به آن انعطاف ناپذیر و بسیار شکننده است، نوعی دیگر به نام پلی هیدروکسی بوتیرات - والرات انعطاف پذیر و نرم تر است و برای بسته بندی مواد مورد استفاده قرار می گیرد. این پلیمر در صورتی که در شرایط هوازی قرار گیرد به طور عادی به کربن دی اکسید و آب تجزیه می شود بدون وجود اکسیژن عمل تجزیه سریع تر صورت گرفته و متان تولید می شود این بسیار در محیط های غیر فعال زیست شناختی مانند محیط کشت استریلیزه تجزیه نمی شود.



شکل ۸۳- سازوکار تجزیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر



## پاسخ پرسش‌های فصل سوم

خود را بیازمایید صفحه ۹۹

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «نخ، الیاف، دوزندگی، فراوری و بافندگی» را قرار دهید.



با هم بیندیشیم صفحه ۱۰۱

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.





الف) جدول را کامل کنید.

نام ماده	اندازه مولکول		جرم مولی		شمار اتم ها	
	کوچک یا متوسط	خیلی بزرگ	کم یا متوسط	خیلی زیاد	کم یا متوسط	خیلی زیاد
آب	*		*		*	
پلی اتن		*		*		*
پروپان	*		*		*	
نشاسته گندم		*		*		*
انسولین		*		*		*
سلولز		*		*		*

ب) به دسته ای از ترکیب های موجود در جدول درشت مولکول می گویند. آنها را در یک سطر تعریف کنید.

مولکول هایی که اندازه مولکول های آنها بزرگ، تعداد اتم های سازنده آنها بسیار زیاد و جرم مولی آنها بسیار زیاد است.

ب) درشت مولکول های بالا را با هم مقایسه کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی دارند؟  
 شباهت : از تعداد اتم های زیادی تشکیل شده اند، اتم های آنها به وسیله پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند، جرم مولی بسیار بزرگی دارند و مولکول هایی درشت هستند.  
 تفاوت : ساختار متفاوت دارند در نتیجه رفتار آنها یعنی خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند، برخی، طبیعی و برخی ساختگی هستند.

ت) در کدام مولکول ها بخش هایی وجود دارد که در سراسر مولکول تکرار شده است؟  
 درشت مولکول های پلی اتن، نشاسته و سلولز

ث) سلولز و نشاسته پلیمر (بسیار) اند، با توجه به ساختار آنها پلیمر را تعریف کنید.






پلیمرها درشت مولکول هایی هستند که در ساختار آنها، بخش هایی در سراسر مولکول تکرار می شود.

ج) پیش بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مولکول ها قوی تر است؟ چرا؟

درشت مولکول ها، چون نیروهای بین مولکولی در آنها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.

خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴

در جدول زیر چند پلیمر، مونومر و کاربردهای آنها نشان داده شده است. جاهای خالی را کامل کنید.

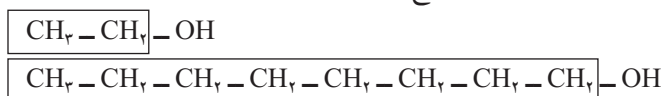
نام و ساختار مونومر		نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array}$ <p>سیانواتن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right)_n$ <p>پلی سیانواتن</p>	 <p>بتو</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروپن</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ <p>پلی پروپن</p>	 <p>سرنگ</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>استیرن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ <p>پلی استیرن</p>	 <p>ظروف یکبار مصرف</p>
$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$ <p>تترافلوئورواتن</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right)_n$ <p>تفلون</p>	 <p>نخ دندان</p>
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ <p>وینیل کلرید (کلرواتن)</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$ <p>پلی وینیل کلرید</p>	 <p>کیسه خون</p>

### خود را بیازمایید صفحه ۱۰۷

داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های بالا برابر با ۹۷٪ و ۹۲٪ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.  
 الف) کدام چگالی به کدام پلی‌اتن تعلق دارد؟ چرا؟  
 ۹۲٪ پلی‌اتن شاخه‌دار و ۹۷٪ پلی‌اتن بدون شاخه. زیرا در پلی‌اتن شاخه‌دار به علت وجود شاخه، فاصله میان زنجیرها بیشتر بوده و جرم واحد آن کمتر است. همچنین می‌توان گفت در جرم برابر، حجم پلی‌اتن شاخه‌دار بیشتر و بنابراین چگالی آن کمتر است.  
 ب) کدام پلی‌اتن سبک و کدام سنگین است؟  
 پلی‌اتن شاخه‌دار : سبک      پلی‌اتن بدون شاخه : سنگین  
 ت) نیروی بین مولکولی در پلی‌اتن چیست؟  
 واندروالس  
 ث) چرا استحکام پلی‌اتن سنگین از سبک بیشتر است؟  
 چون رشته‌های مربوط به پلی‌اتن بدون شاخه به یکدیگر نزدیک‌تر اند، لذا نیروی مولکولی قوی‌تر است.  
 در پلی‌اتن شاخه‌دار، وجود شاخه‌ها، از نزدیکی و تماس زنجیرهای پلیمری کم کرده و نیروی واندروالس ضعیف‌تر می‌شود.

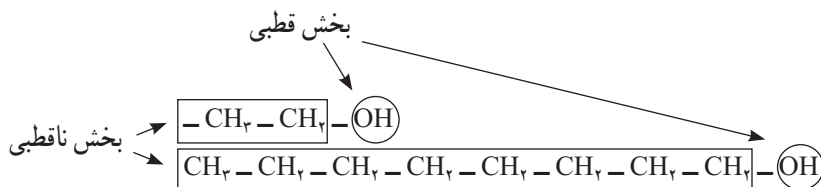
### با هم بیندیشیم صفحه ۱۱۰

۱- با توجه به دو ساختار داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید :



الف) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟  
 از طرف گروه هیدروکسیل ( $-\text{OH}$ ) الکل‌ها، پیوند هیدروژنی و از طرف زنجیر کربنی، می‌تواند جاذبه واندروالسی ایجاد شود.

ب) مولکول الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی هیدروکربن‌ها در حد صفر است. این دو بخش را در دو مولکول بالا مشخص کنید.



ب) پیش‌بینی کنید انحلال‌پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟  
الکلی با دو کربن. چون بخش ناقطبی آن کوچک‌تر پس تأثیر بخش قطبی بیشتر است  
به عبارت دیگر بخش قطبی مولکول بر بخش ناقطبی کوچک غلبه می‌کند و با توجه به آنکه آب هم دارای  
مولکول‌های قطبی است، بنابراین در آب بهتر حل می‌شود.  
ت) درستی پیش‌بینی خود را با توجه به داده‌های جدول زیر بررسی کنید.

فرمول الکل
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

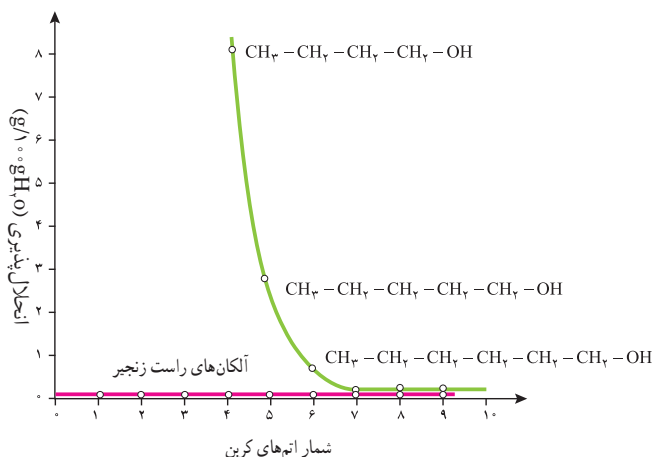
همان‌طور که در جدول نیز دیده می‌شود با بزرگ‌تر شدن بخش ناقطبی مولکول (بخش هیدروکربنی)،  
انحلال‌پذیری الکل در آب، کم می‌شود. به عبارت دیگر در این مولکول‌ها، تأثیر بخش ناقطبی از بخش قطبی  
بیشتر بوده است.

ث) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می‌کند و خصلت  
ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.»

درست است، طبق جدول قسمت «ت» افزایش تعداد کربن میزان انحلال‌پذیری آن را در حلال قطبی  
آب به میزان زیادی کاهش داده است. این شواهد نشان می‌دهد که با افزایش بخش هیدروکربنی، نیروی  
واندروالسی بر پیوند غلبه می‌کند.

ج) نمودار زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها و هیدروکربن‌ها را در آب نشان می‌دهد. روند تغییرات را توضیح  
دهید.



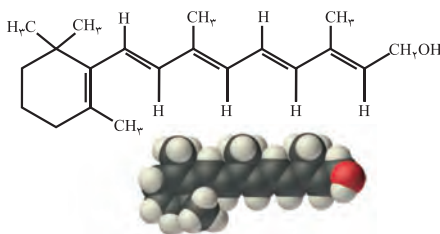
در آلکان‌ها با افزایش تعداد کربن تغییری در انحلال‌پذیری مشاهده نمی‌شود چون گشتاور دو قطبی آنها صفر و مولکول آنها ناقطبی و نیروهای بین‌مولکولی از نوع واندروالس است بنابراین جرم آنها تأثیری بر انحلال‌پذیری ندارد.

اما الکل‌ها دارای بخشی با گشتاور دو قطبی صفر و بخشی قطبی هستند، در الکل‌های سبک که بخش ناقطبی کوچک است نیروی بین‌مولکولی غالب، از نوع پیوند هیدروژنی است و بنابراین به‌خوبی در آب حل نمی‌شوند. با افزایش تعداد کربن در زنجیر هیدروکربنی، اثربخش ناقطبی بیشتر شده، نیروی غالب از نوع واندوالس بوده و انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد.

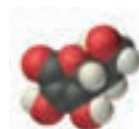
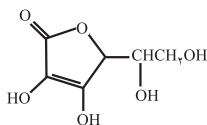
## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۱

۱ کدام ترکیب‌های زیر در آب و کدام در چربی حل می‌شوند. چرا؟

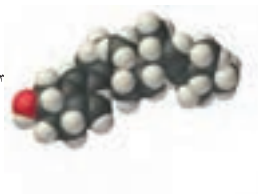
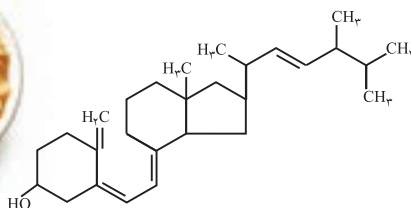
الف) ویتامین آ



ب) ویتامین ث

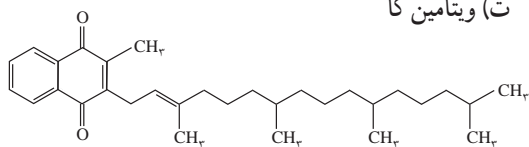


پ) ویتامین دی

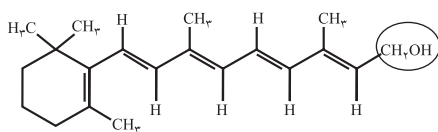




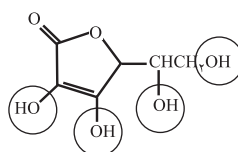
ت) ویتامین کا



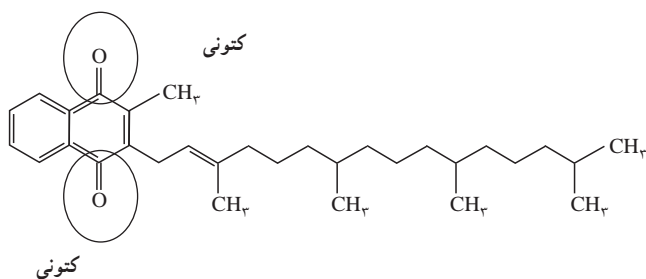
ویتامین های A، D و K چون بخش ناقطبی آنها بزرگ تر است و اثر بیشتری دارند در آب حل نمی شوند و انحلال پذیری آنها در چربی که ناقطبی است طبق قاعده شبیه، شبیه را حل می کند بیشتر است. ویتامین C به دلیل داشتن بخش های قطبی بیشتر، انحلال پذیری بیشتری در آب خواهند داشت. **۲** مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند؟ چرا؟ ویتامین C و یا ویتامین های که در آب محلولند، چون مقدار اضافی آن با حل شدن در آب و از طریق ادرار دفع می شوند. **۲** گروه عاملی هر یک از ترکیب های بالا را مشخص کنید.



هیدروکسیل (الکلی)



هیدروکسیل (الکلی)






کتونی

۴ عبارت زیر را با انتخاب واژه‌های مناسب کامل کنید.

در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها  
 با افزایش طول زنجیر کربنی بخش <sup>ناقطبی</sup> ~~قطبی~~  
<sup>کاهش</sup> می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب <sup>بیشتر</sup> ~~کمتر~~ می‌شود.

### خود را بیازمایی صفحه ۱۱۳

بارسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر یک از استرهای داده شده در جدول زیر، آن را کامل کنید.

نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
 موز	<chem>HO(CH2)4CH3</chem>	<chem>CH3COOH</chem>	<chem>CH3COO(CH2)4CH3</chem>
 سیب	<chem>HOCH2CH3</chem>	<chem>CH3CH2COOH</chem>	<chem>CH3CH2COOCH2CH3</chem>
 انگور	<chem>HOCH2CH2CH3</chem>	<chem>CH3(CH2)4COOH</chem>	<chem>CH3(CH2)4COOCH2CH2CH3</chem>

### خود را بیازماید صفحه ۱۱۷

۱ در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند. چرا؟

(آ) محیط سرد و خشک

(ب) محیط گرم و مرطوب

گرم و مرطوب – چون ساختار مولکولی آن توسط آب شکسته شده و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شود.

۲ چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آنها می‌شود؟

مواد موجود در شوینده‌ها می‌تواند نقش کاتالیزگر را داشته باشند و در نتیجه سرعت شکسته شدن پلیمرهای سازنده را بیشتر کنند.

۲ اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

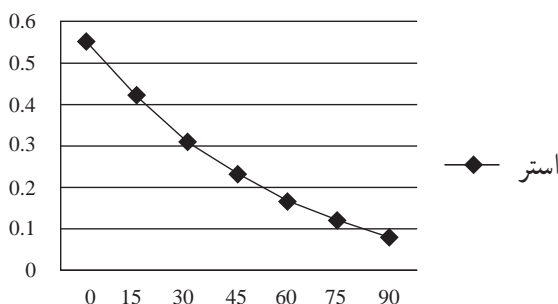
پلیمر سازنده الیاف لباس شرایط مناسبی را برای شکسته شدن به مونومرها پیدا کنند و بوی حاصل به دلیل مونومرهای اولیه سازنده پلیمر الیاف است.

۴ برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند اگر سفیدکننده‌ها را به‌طور مستقیم روی لباس بрызند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بрызید سپس لباس را درون محلول فروبرند تغییر محسوس در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟

۵ لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شود. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری سست شدن تاروپود لباس است. جدول زیر داده‌های مربوط به واکنش تجزیه یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :

هنگامی که شوینده یا سفیدکننده مستقیماً بر روی لباس بрызیم به علت غلظت زیاد آن سرعت واکنش بیشتری داشته و در نتیجه به سرعت اثر آنها ظاهر می‌شود اما وقتی ابتدا در آب می‌ریزیم غلظت آن‌ها کاهش می‌یابد و به این ترتیب سرعت انجام واکنش کاهش پیدا می‌کند و اثر آنها به سرعت ظاهر نمی‌شود.

°/۳۱	°/۴۲	°/۵۵	[استر]
۳۰	۱۵	۰	زمان (s)



الف) نمودار تغییر غلظت استر برحسب زمان

ب) سرعت متوسط تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$$\bar{R} = \frac{0/55 - 0/31}{30} = \frac{0/24}{30}$$

ب) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟

صفر تا ۲۰ ثانیه      ۶۰ تا ۹۰ ثانیه

صفر تا ۲۰ ثانیه چون غلظت مواد بیشتر است.



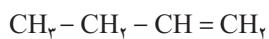
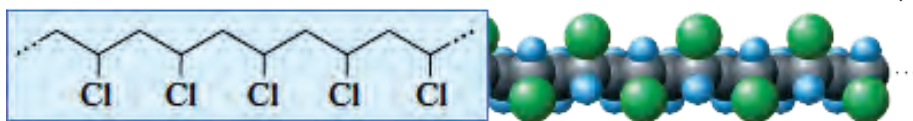
## تمرین‌های دروه‌ای ص ۱۲۰

۱ در هر یک از موارد زیر ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.

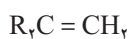
(الف)



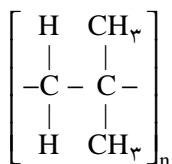
(ب)



(پ)



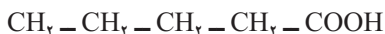
(ت)



(ث)

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \quad (\text{ب})$	$\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2 \quad (\text{آ})$
$\left[ \begin{array}{cc} \text{R} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{R} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{ت})$	$\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{C}_2\text{H}_5 & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{پ})$
$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)_2 \quad (\text{ث})$	

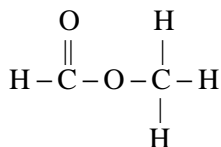
۲ در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام کربوکسیلیک اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟



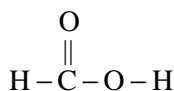
کربوکسیلیک اسید شماره ۱ چون قسمت ناقطبی آن تعداد کربن کمتری دارد در نتیجه اثر عامل قطبی در آن بیشتر بوده انحلال پذیری بیشتر خواهد بود.

۳ استری با فرمول  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  در اختیار داریم.

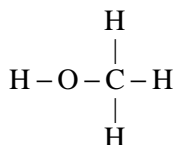
الف) ساختار آن را رسم کنید.



ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.



اسید



الکل

پ) نیروی بین مولکولی در آن از چه نوعی است؟  
واندروالسی

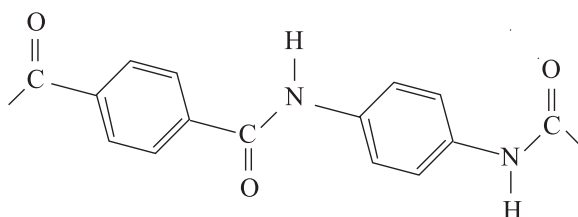
پ) جرم مولی آن را حساب کنید.

$$M = (2 \times 12 + 2 \times 16 + 4 \times 1) = 60 \text{ g/mol}^{-1}$$

ت) نقطه جوش این استر بیشتر است یا اتانویک اسید؟ توضیح دهید.

اتانویک اسید دارای فرمول  $\text{CH}_3\text{COOH}$  است که به دلیل عامل کربوکسیلیک  $\text{COOH}$  - و داشتن  $\text{OH}$  - در ساختار آن می تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد لذا نقطه جوش آن نسبت به استر مورد نظر که جاذبه واندروالسی دارد بیشتر خواهد بود.

۴ ساختار مولکول‌های سازنده یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است. با توجه به آن :



الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

پلی آمیدها

ب) نیروی بین مولکول‌های این پلیمر از چه نوعی است؟

هیدروژنی به علت وجود عامل N - H

پ) واحدهای سازنده این پلیمر کدام گروه از مواد زیر هستند؟

دی آمین‌ها و دی اسیدها

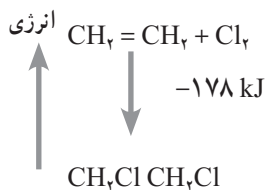
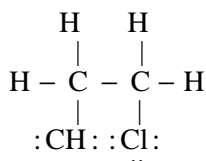
دی الکل‌ها و دی اسیدها

آمین‌ها و اسیدها

۵ با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش‌های خواسته شده پاسخ دهید.



الف) ساختار لوویس فراورده (۱، ۲- دی کلروتان) را رسم کنید.



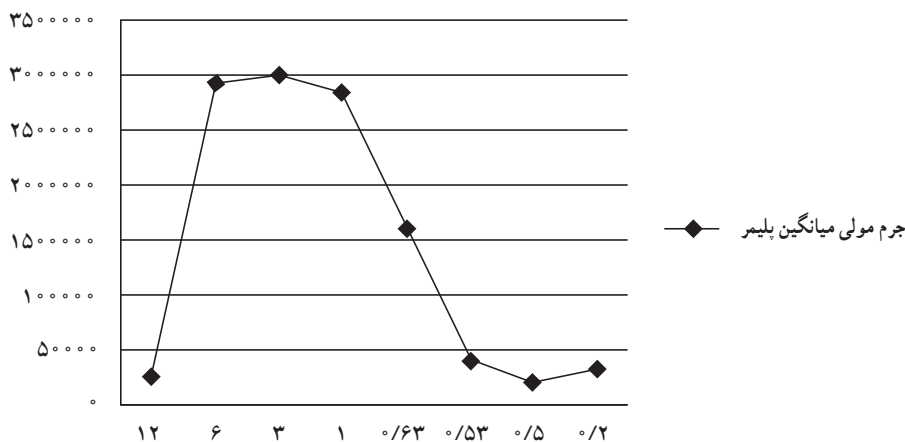
ب) نمودار آنتالی واکنش را رسم کنید

ب) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با مقدار کافی از گاز کلر، چند کیلو ژول گرما مبادله می‌شود؟

$$42 \text{ g CH}_2 = \text{CH}_2 \times \frac{1 \text{ mol CH}_2 = \text{CH}_2}{28 \text{ g CH}_2 = \text{CH}_2} = 1.5 \text{ mol} = 1.5 \times 278 \text{ kJ} = 417 \text{ kJ}$$

۶ واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	مقدار کاتالیزگر محتوی آلومینیوم (شماره ۲) (مول)	مقدار کاتالیزگر محتوی تیتان (شماره ۱) (مول)
۲۷۰۰۰	۱۲	۱
۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۴۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱



الف) در چه نسبت مولی از این دو کاتالیزگر پلی اتن با بیشترین جرم مولی تولید می‌شود؟  
در نسبت ۳ به ۱

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را برحسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۲ به ۱ رسم کنید.

پ) در نسبت مولی ۱ به ۸ از این کاتالیزگرها جرم مولی را پیش‌بینی کنید.

حدود ۱۹۰۰۰۰ جرم مولی میانگین خواهد بود

ت) تحلیل خود از داده‌های جدول و نمودار رسم شده را بیان کنید.

برای رسیدن به پلیمر با جرم میانگین بیشتر بهترین نسبت ۳ به ۱ است و اگر نسبت‌ها غیر از این باشد پلیمر با

جرم میانگین کمتر به دست می‌آید.

